L'organisme de réglementation nucléaire du Canada

Gestion des déchets

Gestion des déchets, tome II : Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs

REGDOC-2.11.1, tome II

Mai 2018

Commission canadienne de sûreté nucléaire
Canadian Nuclear Safety Commission
Canada

Gestion des déchets, tome II : Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs
Document d'application de la réglementation REGDOC-2.11.1, tome II

© Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) 2018
N° de cat. CC172-190/2-2018F-PDF
ISBN 978-0-660-25807-2

La reproduction d'extraits du présent document à des fins personnelles est autorisée à condition que la source soit indiquée en entier. Toutefois, sa reproduction en tout ou en partie à des fins commerciales ou de redistribution nécessite l'obtention préalable d'une autorisation écrite de la Commission canadienne de sûreté nucléaire.

Also available in English under the title: Waste Management, Volume II: Assessing the Long-Term Safety of Radioactive Waste Management

Disponibilité du document
Les personnes intéressées peuvent consulter le document sur le site Web de la CCSN ou l'obtenir, en français ou en anglais, en communiquant avec la :

Commission canadienne de sûreté nucléaire
280, rue Slater
C.P. 1046, succursale B
Ottawa (Ontario) K1P 5S9
CANADA

Téléphone : 613-995-5894 ou 1-800-668-5284 (au Canada seulement)
Télécopieur : 613-995-5086
Courriel : cnsc.info.ccsn@canada.ca
Site Web : suretenucleaire.gc.ca
Facebook : facebook.com/Commissioncanadiennedesuretenucleaire
YouTube : youtube.com/ccsncnsc
Twitter : @CCSN_CNSC
LinkedIn : linkedin.com/company/cnsc-ccsn

Historique de publication

Décembre 2006	G-320, *Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs*
Juillet 2004	P-290, *Gestion des déchets radioactifs*

Préface

Le présent document d'application de la réglementation fait partie de la série de documents d'application de la réglementation de la Commission canadienne de sûreté nucléaire(CCSN) portant sur la gestion des déchets. La liste complète des séries figure à la fin du document et elle peut être consultée à partir du site Web de la CCSN.

Le document d'application de la réglementation REGDOC-2.11.1, *Gestion des déchets, tome II : Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs*, vise à aider les personnes qui font une première demande de permis et les titulaires de permis qui souhaitent le renouveler à évaluer la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs. Il décrit les approches en vue d'évaluer l'impact potentiel à long terme que le stockage et l'évacuation des déchets radioactifs pourraient avoir sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes.

Le REGDOC-2.11.1 remplace le guide G-320, *Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs*, publié en décembre 2006, et le document P-290, *Gestion des déchets radioactifs*, publié en juillet 2004.

Le présent document se veut un élément du fondement d'autorisation d'une installation ou d'une activité réglementée, conformément à la portée énoncée du document. Il sera intégré soit aux conditions et aux mesures de sûreté et de réglementation d'un permis, soit aux mesures de sûreté et de réglementation décrites dans la demande de permis et les documents soumis à l'appui de cette demande.

Pour les nouvelles installations proposées : Le présent document servira à évaluer les nouvelles demandes de permis.

L'orientation contenue dans le document vise à informer le demandeur, à expliquer plus en détail des exigences ou à fournir de l'orientation aux demandeurs et aux titulaires de permis sur la façon de répondre aux exigences. Il précise aussi comment le personnel de la CCSN évalue des problèmes particuliers ou des données particulières pendant l'examen des demandes de permis. Il est attendu que les titulaires de permis suivent les orientations contenues dans le document. Dans le cas où d'autres approches sont adoptées, les titulaires de permis doivent démontrer que celles-ci répondent aux exigences réglementaires.

Pour les installations existantes, les exigences contenues dans le document ne s'appliquent que si elles ont été incluses, en totalité ou en partie, dans le fondement d'autorisation.

Il est possible de définir et d'utiliser une méthode graduelle, proportionnelle au risque, lorsqu'on applique les exigences et l'orientation énoncées dans le présent document d'application de la réglementation. L'utilisation d'une méthode graduelle ne constitue pas un assouplissement des exigences. Avec cette méthode, l'application des exigences correspond aux risques et aux caractéristiques particulières de l'installation ou de l'activité.

Le demandeur ou le titulaire de permis peut soumettre un dossier démontrant que l'intention d'une exigence est prise en compte par d'autres moyens et démontrée à l'aide de preuves justificatives.

Les exigences et l'orientation contenues dans le document sont conformes aux pratiques nationales et internationales les plus récentes utilisées pour traiter les questions et les facteurs qui contribuent à assurer la sûreté nucléaire et à l'améliorer. Plus particulièrement, elles sont fondées sur une méthode plus moderne de classement des accidents qui est axée sur les risques et qui tient compte de tout l'éventail des accidents possibles, notamment de ceux qui ont les conséquences les plus graves pour la population.

Remarque importante : Le présent document fait partie du fondement d'autorisation d'une installation ou d'une activité réglementée si on s'y réfère directement ou indirectement dans le permis (notamment dans des documents cités en référence du titulaire de permis).

Le fondement d'autorisation établit les conditions limites du rendement acceptable pour une installation ou une activité réglementée et établit les bases du programme de conformité de la CCSN à l'égard de cette installation ou activité réglementée.

Dans le cas où le document est un élément du fondement d'autorisation, le terme « doit » est employé pour exprimer une exigence à laquelle le titulaire ou le demandeur de permis doit se conformer; le terme « devrait » dénote une orientation ou une mesure conseillée; le terme « pourrait » exprime une option ou une mesure conseillée ou acceptable dans les limites de ce document d'application de la réglementation; et le terme « peut » exprime une possibilité ou une capacité.

Aucune information contenue dans le présent document ne doit être interprétée comme libérant le titulaire de permis de toute autre exigence pertinente. Le titulaire de permis a la responsabilité de prendre connaissance de tous les règlements et de toutes les conditions de permis applicables et d'y adhérer.

Table des matières

1. Objet 1

2. Portée 1

3. Loi applicable 1

3.1 Aperçu 1

3.2 Exigences contenues dans les dispositions législatives 2

4. Contexte 5

4.1 Systèmes de gestion des déchets pour le stockage à long terme et l'évacuation 6

4.2 Gestion à long terme 7

4.3 Aspects des évaluations de sûreté à long terme 7

4.3.1 Choix de la méthode 7

4.3.2 Optimisation de la conception 8

4.3.3 Examen des évaluations 8

5. Élaboration d'un dossier de sûreté à long terme 8

5.1 Évaluation de sûreté 9

5.1.1 Arguments additionnels 9

5.2 Utilisation de stratégies d'évaluation différentes 9

5.2.1 Évaluations d'établissement de la portée et évaluations limitatives 10

5.2.2 Meilleures estimations réalistes ou surestimations prudentes 10

5.2.3 Calculs déterministes et probabilistes 11

5.3 Solidité du système et analogues naturels 11

5.4 Utilisation des indicateurs complémentaires de sûreté 12

6. Définition des critères d'acceptation 13

6.1 Aperçu 13

6.2 Critères pour la protection des personnes et de l'environnement 13

6.2.1 Radioprotection des personnes 13

6.2.2 Protection des personnes contre les substances dangereuses 15

6.2.3 Radioprotection de l'environnement 16

6.2.4 Protection de l'environnement contre les substances dangereuses 16

7. Évaluations à long terme 17

7.1 Choix de la méthode appropriée 17

7.1.1 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale, 2012 17
7.1.2 Environnement Canada 17
7.1.3 Santé Canada 18
7.1.4 Conseil canadien des ministres de l'environnement 18
7.1.5 Agence internationale de l'énergie atomique 18
7.2 Contexte de l'évaluation 18
7.2.1 Mandat 19
7.2.2 Exigences réglementaires à satisfaire 19
7.2.3 Critères à respecter 19
7.2.4 Approche suivie pour démontrer la sûreté 19
7.3 Description du système 19
7.3.1 Caractéristiques du site 20
7.3.2 Système de gestion des déchets 20
7.4 Échelles temporelles de l'évaluation 21
7.5 Scénarios d'évaluation 22
7.5.1 Scénario d'évolution normale 23
7.5.2 Scénarios d'événements perturbateurs, y compris l'intrusion humaine 23
7.5.3 Contrôles institutionnels 24
7.5.4 Identification des groupes critiques et des récepteurs environnementaux 25
7.6 Élaboration et utilisation de modèles d'évaluation 26
7.6.1 Élaboration des modèles d'évaluation 26
7.6.2 Confiance dans les outils de calcul 27
7.6.3 Confiance dans les modèles d'évaluation 28

8. Interprétation des résultats 29
8.1 Comparaison des résultats d'évaluation avec les critères d'acceptation 29
8.2 Analyse des incertitudes 30

Annexe A – Principes de gestion des déchets radioactifs 31

Annexe B – Classification des déchets radioactifs, exemption, libération et entreposage aux fins de désintégration 33

Annexe C – Méthodes de caractérisation des déchets 38

Glossaire 46

Références **50**

Évaluation de la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs

1. Objet

Le but du présent document d'application de la réglementation est d'aider les personnes qui font une première demande de permis et les titulaires de permis qui souhaitent le renouveler à évaluer la sécurité à long terme de la gestion des déchets radioactifs.

2. Portée

Le présent document décrit les démarches d'évaluation des incidences possibles à long terme des méthodes employées pour le stockage et l'évacuation des déchets radioactifs sur l'environnement et sur la santé et la sécurité des personnes. Parmi les thèmes abordés, mentionnons notamment :

1. les facteurs d'entretien et de maintenance à long terme;
2. l'établissement des objectifs post-déclassement;
3. l'établissement des critères d'évaluation;
4. les stratégies d'évaluation et le niveau de détail;
5. l'établissement des échéanciers et la définition des scénarios d'évaluation;
6. l'identification des récepteurs et des groupes critiques; et
7. l'interprétation des résultats d'évaluation.

Le présent document porte sur l'évaluation de la sûreté à long terme pour appuyer les demandes de permis et comprend des discussions sur les méthodes, les structures et les démarches en matière d'évaluation. Toutefois, il ne porte pas sur certains autres sujets qui sont aussi abordés lors du processus d'obtention de permis, tels que la caractérisation des déchets.[1], l'évaluation des opérations dans les installations, le transport des déchets, l'acceptabilité sociale ou la faisabilité économique des méthodes de gestion à long terme.

L'orientation contenue dans le présent document n'est pas applicable entièrement à chaque évaluation. L'applicabilité de l'ensemble ou d'une partie de celui-ci sera déterminée par le demandeur d'après :

1. la nature et l'objet de l'évaluation;
2. le risque posé par les déchets radioactifs; et
3. les conséquences d'une décision erronée basée sur l'évaluation.

3. Loi applicable

3.1 Aperçu

La CCSN est l'autorité fédérale qui réglemente le développement, l'utilisation et la production de l'énergie et des matières nucléaires, ainsi que la production, la possession et l'utilisation des substances nucléaires, de l'équipement réglementé et des renseignements réglementés, afin de

[1] Aux fins de référence, deux annexes informatives tirées de la norme CSA N292.0-14, *Principes généraux pour la gestion des déchets radioactifs et du combustible irradié*, ont été ajoutées au présent document : Classification des déchets radioactifs, exemption, libération et entreposage aux fins de désintégration (annexe B), et Méthodes de caractérisation des déchets (annexe C).

protéger la santé, la sûreté, la sécurité et l'environnement, et de respecter les engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie.

Les personnes ou organismes doivent être titulaires d'un permis de la CCSN pour pouvoir réaliser les activités précisées à l'article 26 de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN) et ses règlements, qui stipulent les conditions préalables à une autorisation de la part de la CCSN, de même que les obligations des titulaires et des travailleurs.

Dans la réglementation prise en application de la Loi, on énonce les types de permis nécessaires tout au long du cycle de vie des diverses installations. Parmi ces permis relatifs aux installations, mentionnons :

1. permis de préparation de site;
2. permis de construction (parfois jumelé à un permis de préparation du site);
3. permis d'exploitation;
4. permis de déclassement; et
5. permis d'abandon.

Les renseignements à fournir pour une demande de permis doivent inclure une évaluation des effets sur l'environnement et sur la santé et la sécurité des personnes, pouvant découler des activités visées par le permis. Cette évaluation permet à la CCSN de déterminer si le demandeur prendra les mesures nécessaires pour protéger l'environnement, ainsi que la santé et la sécurité des personnes.

Puisqu'on n'identifie pas dans la LSRN ou les règlements connexes une période limite pour l'application de ces mesures, l'évaluation doit comprendre une analyse des effets possibles à long terme découlant de la contamination par les déchets radioactifs ou de la contamination résiduelle. Par conséquent, l'évaluation de la sûreté à long terme fait partie des renseignements requis dans les demandes à toutes les étapes du processus d'autorisation.

Comme la LSRN et ses règlements comportent des dispositions sur la protection de l'environnement et des personnes, les évaluations à long terme devraient traiter des incidences sur les humains et le biote non humain imputables à la fois aux constituants radioactifs et non radioactifs dangereux des déchets radioactifs, comme l'indique l'annexe A (Principes de gestion des déchets radioactifs).

3.2 Exigences contenues dans les dispositions législatives

Les exigences associées à la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs sont contenues dans plusieurs parties de la LSRN et ses règlements. Celles-ci comprennent, sans toutefois s'y limiter, les dispositions suivantes :

1. L'alinéa 12(1)c) du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* exige que tout titulaire de permis « pren[ne] toutes les précautions raisonnables pour protéger l'environnement, préserver la santé et la sécurité des personnes et maintenir la sécurité ».

2. L'alinéa 4d) du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires* exige que la demande de permis pour abandonner des substances nucléaires, des installations nucléaires, de l'équipement réglementé ou des renseignements réglementés contienne, en plus des autres renseignements prescrits, de l'information sur « les effets que l'abandon peut avoir sur

l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets ».

3. L'alinéa 3k) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* stipule que la demande de permis visant une installation nucléaire de catégorie I, autre qu'un permis d'abandon, comprenne « le plan proposé pour le déclassement de l'installation nucléaire ou de l'emplacement ».

4. Il est stipulé à l'alinéa 4e) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* que la demande de permis pour préparer l'emplacement d'une installation nucléaire de catégorie I doit, outre les renseignements prescrits ailleurs, préciser « les effets sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes que peut avoir l'activité visée par la demande, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets ».

5. L'alinéa 5f) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* précise que la demande de permis pour construire une installation nucléaire de catégorie I doit comprendre, entre autres, « un rapport préliminaire d'analyse de la sûreté démontrant que la conception de l'installation nucléaire est adéquate ».

6. L'alinéa 5i) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* exige que l'on fournisse, dans la demande, des renseignements sur « les effets sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes que peuvent avoir la construction, l'exploitation et le déclassement de l'installation nucléaire, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets ».

7. L'alinéa 5j) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* stipule que l'on doit fournir des renseignements sur « l'emplacement proposé des points de rejet, les quantités et les concentrations maximales proposées, ainsi que le volume et le débit d'écoulement prévus des rejets de substances nucléaires et de substances dangereuses dans l'environnement, y compris leurs caractéristiques physiques, chimiques et radiologiques ».

8. L'alinéa 5k) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* exige que l'on fournisse de l'information sur « les mesures proposées pour contrôler les rejets de substances nucléaires et de substances dangereuses dans l'environnement ».

9. L'alinéa 6c) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* exige que la demande de permis pour exploiter une installation nucléaire de catégorie I comporte « un rapport final d'analyse de la sûreté démontrant que la conception de l'installation nucléaire est adéquate ».

10. À l'alinéa 6h) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, on exige des renseignements sur « les effets sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes que peuvent avoir l'exploitation et le déclassement de l'installation nucléaire, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets ».

11. À l'alinéa 6i) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, on exige des renseignements sur « l'emplacement proposé des points de rejet, les quantités et les concentrations maximales proposées, ainsi que le volume et le débit d'écoulement prévus des rejets de substances nucléaires et de substances dangereuses dans l'environnement, y compris leurs caractéristiques physiques, chimiques et radiologiques ».

12. À l'alinéa 6j) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, on exige des renseignements sur « les mesures proposées pour contrôler les rejets de substances nucléaires et de substances dangereuses dans l'environnement ».

13. Aux alinéas 7f) et 7k) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, on exige que la demande de permis pour déclasser une installation nucléaire de catégorie I contienne, outre les autres renseignements prescrits, de l'information sur « les effets que les travaux de déclassement peuvent avoir sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets » et « une description de l'état prévu de l'emplacement après l'achèvement des travaux de déclassement ».

14. L'alinéa 8a) du *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I* dispose que la demande de permis pour abandonner une installation nucléaire de catégorie I doit préciser, outre les renseignements exigés aux articles 3 et 4 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, « les résultats du déclassement ».

15. Le sous-alinéa 3a)(viii) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium* exige que la demande de permis visant une mine ou une usine de concentration d'uranium, autre que le permis d'abandon, comprenne les renseignements suivants, outre ceux exigés à l'article 3 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, à savoir « le plan proposé pour le déclassement de la mine ou de l'usine de concentration ».

16. Le sous-alinéa 3c)(iii) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium* stipule que la demande de permis visant une mine ou une usine de concentration d'uranium, autre que le permis d'abandon, doit comprendre des renseignements sur « les effets que l'activité visée par la demande peut avoir sur l'environnement, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets ».

17. Le sous-alinéa 3d)(i) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium* dispose qu'une demande de permis visant une mine ou une usine de concentration d'uranium, autre que le permis d'abandon, doit comprendre des renseignements sur « les effets que l'activité visée par la demande peut avoir sur la santé et la sécurité des personnes, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets ».

18. L'alinéa 7d) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium* exige que la demande de permis pour déclasser une mine ou une usine de concentration d'uranium comprenne « une description de l'état prévu de l'emplacement après l'achèvement des travaux de déclassement ».

19. À l'alinéa 8b) du *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium*, on exige que la demande de permis pour abandonner une mine ou une usine de concentration d'uranium contienne, outre les autres renseignements prescrits ailleurs, de l'information sur « les résultats des travaux de déclassement ».

20. L'alinéa 4t) du *Règlement sur les installations nucléaires et l'équipement réglementé de catégorie II* exige que la demande de permis pour exploiter une installation nucléaire de catégorie II comprenne « le plan proposé pour le déclassement de l'installation nucléaire ».

21. L'alinéa 5i) du *Règlement sur les installations nucléaires et l'équipement réglementé de catégorie II* stipule que la demande de permis pour déclasser une installation nucléaire de

catégorie II doit comprendre des renseignements sur « les effets que le déclassement peut avoir sur l'environnement ainsi que sur la santé et la sécurité des personnes, de même que les mesures qui seront prises pour éviter ou atténuer ces effets ».

22. À l'alinéa 5k) du *Règlement sur les installations nucléaires et l'équipement réglementé de catégorie II*, il est précisé que la demande de permis pour déclasser une installation nucléaire de catégorie II doit comprendre « une description de l'état prévu de l'emplacement après l'achèvement du déclassement ».

En tant qu'autorité fédérale, la CCSN doit également s'acquitter de certaines obligations en vertu de la *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale* (2012) (LCEE 2012). Les extraits suivants de la LCEE 2012 se rapportent directement à l'objet du présent document :

1. Pour l'application de la [LCEE 2012], l'autorité ci-après est l'autorité responsable à l'égard d'un projet désigné devant faire l'objet d'une évaluation environnementale :

   Alinéa 15a) – la Commission canadienne de sûreté nucléaire, s'agissant d'un projet désigné qui comprend des activités régies par la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et liées à cette commission selon ce qui est précisé dans le règlement pris en vertu de l'alinéa 84a) ou l'arrêté pris en vertu du paragraphe 14(2); alinéa15c) – l'autorité fédérale exerçant des fonctions de réglementation et pouvant tenir des audiences publiques, prévue par règlement pris en vertu de l'alinéa 83b), s'agissant d'un projet désigné qui comprend des activités liées à cette autorité selon ce qui est précisé dans le règlement pris en vertu de l'alinéa 84a) ou l'arrêté pris en vertu du paragraphe 14(2)

2. Le paragraphe 19(1) stipule que l'évaluation environnementale d'un projet désigné prend en compte les éléments suivants : « a) les effets environnementaux du projet, y compris ceux causés par les accidents ou défaillances pouvant en résulter, et les effets cumulatifs que sa réalisation, combinée à celle d'autres activités concrètes, passées ou futures, est susceptible de causer à l'environnement. »

4. Contexte

Les activités autorisées par la CCSN génèrent divers types de déchets que l'on gère actuellement à l'aide des méthodes suivantes :

1. Les stériles de mines d'uranium et terrils d'usines sont évacués dans des installations de surface ou des puits;

2. Les déchets faiblement radioactifs et les déchets radioactifs qui nécessitent un blindage (mais qui ne génèrent pas de chaleur) en provenance des usines de traitement de l'uranium, des centrales nucléaires, des installations de recherche nucléaire et des applications industrielles et médicales sont stockés dans des structures de surface ou des tranchées d'enfouissement peu profondes; et
3. Les déchets de combustibles nucléaires fortement radioactifs (combustible irradié) sont stockés dans des piscines de désactivation ou dans différentes structures de stockage à sec (fûts de stockage à sec, silos de stockage en béton et voûtes modulaires en surface).

Parmi les autres stratégies de gestion des déchets à l'étude, il faut mentionner les installations de confinement en surface ou près de la surface et les dépôts géologiques en profondeur pour le stockage à long terme des déchets.

En plus des déchets radioactifs générés par les activités autorisées, les déchets hérités et les déchets antérieurs à la réglementation des premiers temps du secteur nucléaire font maintenant l'objet de la supervision réglementaire de la CCSN et sont assujettis aux exigences réglementaires de la CCSN.

4.1 Systèmes de gestion des déchets pour le stockage à long terme et l'évacuation

Les systèmes de gestion des déchets pour le stockage à long terme et l'évacuation font référence à la combinaison des barrières naturelles et artificielles et aux procédures opérationnelles qui contribuent à la gestion sûre des déchets. L'évaluation à long terme de ces systèmes permet d'obtenir des renseignements pouvant être utilisés lors de la prise de décisions concernant :

1. le choix d'un site approprié (si plus d'un site est envisagé);
2. la caractérisation du site;
3. le choix d'une option de conception adéquate durant la planification;
4. l'optimisation de la conception choisie, y compris la réduction au minimum des incidences opérationnelles et post-opérationnelles; et
5. l'élaboration de stratégies et de plans de développement pour la construction, l'exploitation et le déclassement.

La démarche, le niveau de détail et de rigueur employés pour les évaluations de sûreté à long terme sont déterminés par l'importance qu'a la sûreté à long terme par rapport à d'autres facteurs considérés au moment de la prise de décision. Lors de l'examen d'une demande de permis, la CCSN se penche sur la manière dont les évaluations de sûreté à long terme ont été réalisées, comme l'indique la section 7.2 du présent document, « Contexte de l'évaluation ».

Pour ce qui est des évaluations de la sûreté à long terme, les préoccupations immédiates de la CCSN sont les suivantes :

1. le respect des exigences relatives aux renseignements présentés avec la demande de permis de la CCSN concernant les incidences possibles à long terme des activités autorisées; et
2. le respect des exigences de la LCEE (c.-à-d. l'évaluation des incidences environnementales de la construction, de l'exploitation et du déclassement du système de gestion des déchets ou de l'installation) avant l'autorisation.

L'évaluation de la sûreté à long terme comporte habituellement deux éléments :

1. des estimations des contaminants rejetés et de leur dispersion dans la biosphère; et
2. des estimations des expositions résultantes et des incidences.

Une approche unique peut être utilisée pour estimer les rejets et la dispersion des contaminants, ainsi que les concentrations résultantes dans l'eau, les sédiments, le sol et l'air, d'après les caractéristiques des déchets, les mécanismes et les taux de rejet, ainsi que les taux de transport des contaminants. Toutefois, comme l'exposition des divers organismes récepteurs utilisés comme étant représentatifs de la biosphère diffère et suit des voies d'exposition différentes, et en raison du fait qu'elle sera jugée au moyen de critères d'acceptation différents de ceux appliqués aux humains ou à d'autres organismes, des approches multiples pourraient être requises pour estimer les expositions et les incidences, même dans les cas où tous les récepteurs sont présents dans le même environnement au même moment.

4.2 Gestion à long terme

La CCSN établit la nécessité d'une gestion à long terme des déchets radioactifs et dangereux associés aux activités autorisées (voir l'annexe A – Principes de gestion des déchets radioactifs). Parmi les principes touchant la gestion à long terme, mentionnons :

1. Les déchets radioactifs sont gérés en fonction des risques de nature radiologique, chimique et biologique pour la santé et la sécurité des personnes, pour l'environnement et pour la sécurité nationale;
2. L'évaluation des incidences futures des déchets radioactifs sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement comprend la période pendant laquelle les impacts maximaux seront prédits; et
3. Les incidences prévues de la gestion des déchets radioactifs sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement ne sont pas supérieures à celles qui sont tolérées au Canada au moment de la décision d'ordre réglementaire.

Les concepts de gestion à long terme reposent sur le confinement et l'isolement des déchets, que ce soit dans des installations de stockage ou d'évacuation. Le confinement peut se traduire par un système à conception robuste basé sur des barrières artificielles multiples qui procure une défense en profondeur. L'isolement s'obtient par une sélection appropriée du site et, au besoin, par des contrôles institutionnels pour limiter l'accès aux terrains et leur utilisation.

On suppose que les installations de stockage à long terme des déchets radioactifs continueront d'être l'objet d'un contrôle autorisé par permis jusqu'à ce qu'ils aient été déplacés et que l'installation ait été déclassée, ou jusqu'au moment où une décision ait été prise concernant l'abandon des déchets et de l'installation à titre d'évacuation *in situ*. Dans un cas ou dans l'autre, une évaluation des incidences à long terme des déchets résiduels sur le site sera requise pour appuyer une demande de permis d'abandon ou d'exemption de la Commission. Celle-ci peut accorder une exemption en autant qu'elle ne pose aucun danger inacceptable pour l'environnement, la santé et la sécurité des personnes ou la sécurité nationale et qu'elle n'entraîne pas la non-conformité avec les mesures de contrôle et les obligations internationales que le Canada a assumées. Un permis n'est plus requis si l'activité ou l'activité massique de la substance ne dépasse sa quantité d'exemption, son niveau de libération conditionnelle ou son niveau de libération inconditionnelle, conformément au *Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement*.

Les évaluations de sûreté à long terme effectuées dans le cadre des plans et activités de déclassement doivent tenir compte non seulement des installations qui seront utilisées pour la gestion à long terme des déchets, mais également de la contamination résiduelle laissée par les activités de déclassement. De même, des évaluations de sûreté à long terme sont requises pour appuyer les demandes de permis relatives à des terrains ayant été contaminés par des déchets hérités et historiques, issus des premiers temps du secteur nucléaire.

4.3 Aspects des évaluations de sûreté à long terme

4.3.1 Choix de la méthode

Dans le cas d'une demande de permis présentée à la CCSN, le demandeur doit fournir une garantie raisonnable qu'il peut, selon les plans proposés, satisfaire à toutes les exigences applicables en matière de gestion à long terme des déchets radioactifs découlant des activités autorisées. Il incombe au demandeur de déterminer une méthode appropriée pour assurer la sûreté à long terme des déchets radioactifs, selon les circonstances qui leur sont propres; toutefois, les

demandeurs sont encouragés à consulter le personnel de la CCSN tout au long de la période précédant l'autorisation en ce qui a trait à l'acceptabilité de la méthode qu'ils ont choisie.

Bien que l'acceptabilité d'une méthode et de sa mise en œuvre par le personnel de la CCSN influe sur les recommandations faites concernant la demande de permis, elle ne peut ni ne permet de présumer de la décision finale en matière d'autorisation qui sera prise par la Commission.

4.3.2 Optimisation de la conception

La conception d'une installation nucléaire doit être optimisée de façon à plus que se conformer à toutes les exigences applicables. Plus particulièrement, une installation de gestion des déchets radioactifs devrait être conçue de manière à plus que satisfaire aux limites réglementaires minimales, en demeurant en deçà de ces limites par une marge suffisamment grande pour assurer la sûreté à long terme. Cela s'impose en raison de l'incertitude dans l'établissement des prévisions à long terme, de l'incertitude sur les actions humaines futures et de la possibilité que le système de gestion des déchets évalué ne soit pas la seule source de contaminants auxquels le récepteur serait exposé.

4.3.3 Examen des évaluations

La CCSN examine les évaluations en se basant sur l'information fournie dans les soumissions écrites et tout document qui y est cité. Dans les rapports sur les évaluations de la sûreté à long terme, on doit décrire de façon claire et bien documentée ce qu'on évalue, pourquoi on effectue l'évaluation et comment elle est effectuée. Le rapport devrait être clair et contenir suffisamment de détails pour permettre à ceux qui effectuent l'examen de suivre facilement la logique sur laquelle est fondée l'évaluation. On doit donner suffisamment de détails pour permettre une confirmation des résultats de l'évaluation à partir de calculs indépendants, que ce soit des calculs simplifiés ou susceptibles de reproduire la totalité des résultats.

Les facteurs à considérer par la CCSN dans les évaluations de sûreté à long terme présentés en appui aux demandes de permis peuvent comprendre ce qui suit :

1. les meilleures pratiques acceptées à l'échelle nationale et internationale;
2. la « valeur de la preuve » et les arguments qui augmentent la confiance (c.-à-d. preuves scientifiques, lignes de raisonnements multiples, arguments pondérés et autres arguments complémentaires) qui appuient l'évaluation et ses conclusions;
3. un jugement d'experts et les résultats d'analyses indépendantes effectuées par le personnel de la CCSN; et
4. un examen de la demande effectué par un tiers indépendant.

5. Élaboration d'un dossier de sûreté à long terme

La démonstration de la sûreté à long terme consiste à fournir une assurance raisonnable que la gestion des déchets sera réalisée de telle sorte qu'elle permette de protéger la santé humaine et l'environnement. On y parvient en élaborant un dossier de sûreté, qui comprend une évaluation de la sûreté complétée par différents arguments additionnels, fondés sur les éléments suivants :

1. le choix d'une stratégie d'évaluation appropriée et son application;
2. la démonstration de la solidité du système;
3. l'utilisation d'indicateurs complémentaires de la sûreté; et
4. toute autre preuve qui est disponible pour assurer la confiance dans la sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs.

5.1 Évaluation de sûreté

L'évaluation de la sûreté est au cœur du dossier de sûreté. Elle comprend une analyse visant à évaluer le rendement global de l'installation et son incidence sur la santé humaine et l'environnement. L'évaluation de la sûreté à long terme comprend souvent une analyse des voies d'exposition fondée sur un scénario de l'évolution prévue d'un site ou d'une installation afin de prévoir :

1. le rejet de contaminants;
2. le transport de contaminants;
3. l'exposition des récepteurs; et
4. les effets possibles résultant de l'exposition.

La CCSN s'attend à ce que l'évaluation de la sûreté présentée par le demandeur démontre qu'il comprend bien le système de gestion des déchets en présentant une démarche structurée, transparente et identifiable. Les documents d'évaluation doivent contenir des renseignements clairs et exhaustifs sur les décisions prises et sur les hypothèses adoptées dans l'élaboration du modèle du système de gestion des déchets. Les paramètres et les variables utilisés pour le modèle et pour en arriver à un ensemble donné de résultats doivent être documentés et justifiés.

5.1.1 Arguments additionnels

En raison de l'incertitude des prévisions associées à un futur lointain, la fiabilité des prévisions quantitatives diminue en fonction du temps. La démonstration de la sûreté repose moins sur les prévisions quantitatives et davantage sur les arguments qualitatifs à mesure que l'échelle de temps augmente. Par conséquent, les prévisions quantitatives à long terme ne devraient pas être considérées comme des incidences garanties, mais plutôt comme des indicateurs de sûreté

En ce sens, l'évaluation de la sûreté à long terme devrait être appuyée dans un dossier de sûreté par des arguments additionnels, comme il est indiqué dans les sous-sections suivantes.

5.2 Utilisation de stratégies d'évaluation différentes

La stratégie employée pour démonter la sûreté à long terme peut comprendre différentes approches, y compris celles qui suivent, sans toutefois s'y limiter :

1. les évaluations d'établissement de la portée pour illustrer les facteurs qui sont importants pour la sûreté à long terme;
2. les évaluations limitatives pour illustrer les limites des incidences potentielles;
3. les calculs qui donnent la meilleure évaluation réaliste de la performance du système de gestion des déchets, ou les calculs conservateurs qui surestiment intentionnellement les incidences potentielles; et
4. les calculs déterministes ou probabilistes appropriés aux fins de l'évaluation, pour refléter l'incertitude des données.

Toute combinaison de ces stratégies, ou une autre stratégie d'évaluation peut être utilisée de manière complémentaire pour augmenter la confiance dans la démonstration de la sûreté à long terme. Par exemple, dans le cas des déchets à faible risque, une évaluation limitative déterministe peut être acceptable pour démontrer qu'il n'y aura aucune incidence inacceptable à long terme. Cependant, dans le cas des déchets à risque plus élevé, il peut être nécessaire de devoir suivre une approche de la meilleure estimation réaliste ou d'effectuer des calculs conservateurs détaillés basés soit sur une approche déterministe ou une démarche probabiliste pour démontrer une bonne

compréhension du système de gestion des déchets et établir les attentes en matière de sûreté à long terme. On s'attend à ce que le but de l'évaluation justifie l'approche de modélisation adoptée et le niveau de confiance qui est requis dans les résultats.

5.2.1 Évaluations d'établissement de la portée et évaluations limitatives

Les évaluations d'établissement de la portée donnent un aperçu général du système de gestion des déchets et permettent de cerner les aspects du système qui sont critiques sur le plan de la sûreté. Les évaluations d'établissement de la portée utilisent généralement des modèles mathématiques simples qui permettent d'évaluer rapidement de nombreuses configurations structurales et paramétriques. Toutefois, il faut souvent faire preuve de prudence et de réflexion pour préparer les évaluations afin de s'assurer que les modèles sont appropriés pour l'analyse de l'ensemble des situations et des conditions qui sont d'intérêt.

Les évaluations limitatives sont conçues de manière à donner des estimations limitatives du rendement du système de gestion des déchets. Ces évaluations peuvent être des modèles mathématiques simples, ou des modèles détaillés de processus qui utilisent des valeurs limites de paramètres. Toutefois, comme dans le cas des modèles d'établissement de la portée, il faut souvent faire preuve de prudence et de réflexion pour préparer les évaluations limitatives.

Les évaluations limitatives ou les évaluations d'établissement de la portée permettent de compléter l'évaluation de la sûreté à long terme qui est au cœur du dossier de sûreté. Les valeurs limitatives des évaluations limitatives et la détermination des aspects importants du système à partir des évaluations d'établissement de la portée peuvent s'avérer utiles dans les calculs d'évaluation à long terme, en améliorant la confiance dans les prévisions de sûreté.

5.2.2 Meilleures estimations réalistes ou surestimations prudentes

Afin d'obtenir la meilleure représentation possible de la réalité, une évaluation de la meilleure estimation réaliste du système de gestion des déchets devrait tenir compte des données liées au site réel et aux installations qui y sont intégrées, des scénarios spécifiques au site et des modèles exacts des processus qui sont simulés. Des modèles de ce genre donnent la meilleure illustration du système de gestion des déchets et sont souvent utilisés lorsque les résultats moins réalistes des surestimations conservatrices ne permettent pas de satisfaire aux critères d'acceptation.

Dans les calculs conservateurs, on surévalue délibérément les conséquences futures de façon à disposer d'un facteur supplémentaire de sûreté, pour les cas où les résultats de l'évaluation ne peuvent être considérés comme des prévisions exactes, mais simplement comme des indicateurs de sûreté. On doit adopter une approche conservatrice dans le développement de programmes et de modèles informatiques – les hypothèses et les simplifications de processus visant à les rendre plus facilement intégrables dans les modèles informatiques ne devraient pas mener à une sous-estimation des risques ou des impacts possibles.

Il n'est pas nécessaire que chaque hypothèse soit conservatrice; toutefois, l'effet net de toutes les hypothèses doit illustrer de façon conservatrice les incidences et les risques à long terme.

On peut utiliser les valeurs conservatrices des conditions limites et initiales d'un modèle d'évaluation, de même que les données d'entrée, pour surestimer les conséquences. Puisque les modèles ne répondent pas nécessairement de façon linéaire aux données d'entrée, les valeurs conservatrices des données d'entrée ne sont pas nécessairement les limites supérieures ou inférieures des données. La valeur des résultats calculés détermine si la structure du modèle et les données d'entrée constituent une surestimation conservatrice.

5.2.3 Calculs déterministes et probabilistes

Le choix de la démarche mathématique utilisée pour l'analyse des scénarios dans le dossier de sûreté sera guidé par l'objectif de l'évaluation à long terme. Un modèle déterministe utilise des données d'entrée à valeur unique pour calculer un résultat monovalent qui sera comparé à un critère d'acceptation. On ne tient pas compte des variations dans les valeurs des données d'entrée dans ces calculs. Pour en tenir compte, on doit effectuer des calculs déterministes individuels en utilisant différentes valeurs pour les paramètres d'entrée.

C'est la démarche employée pour réaliser les analyses de sensibilité (déterminer la réponse des prévisions du modèle aux variations dans les données d'entrée) et les analyses d'importance (en calculant la portée des valeurs prévues qui correspondent aux valeurs d'entrée) des modèles déterministes.

Les modèles probabilistes peuvent tenir compte de l'incertitude découlant de la variabilité des données utilisées dans les prévisions du modèle d'évaluation. Ces modèles peuvent également être structurés de manière à tenir compte de différents scénarios (en autant qu'ils ne soient pas mutuellement exclusifs) ou des incertitudes liées aux scénarios. Les modèles probabilistes effectuent habituellement des calculs déterministes répétés basés sur les valeurs d'entrée échantillonnées et tirées des distributions de paramètres, et l'ensemble de résultats est exprimé sous la forme d'une distribution de fréquences des conséquences calculées. La fréquence multipliée par la conséquence est interprétée comme étant le risque potentiel global que surviennent des effets nocifs imputables au système de gestion des déchets.

Le risque potentiel calculé à l'aide d'un modèle probabiliste ne peut être comparé directement à un critère d'acceptation, à moins que ce critère soit également exprimé comme un risque (voir la section 8.1, « Comparaison des résultats de l'évaluation avec les critères d'acceptation »). Les résultats des évaluations probabilistes devraient être présentés et débattus en fonction de l'ampleur d'une conséquence et de la probabilité que survienne une conséquence de cette ampleur, ce qui reflète la probabilité que se réalise en fait un scénario reposant sur ces valeurs de données d'entrée spécifiques.

5.3 Solidité du système et analogues naturels

Le demandeur devrait démontrer que le système de gestion des déchets maintiendra son intégrité et sa fiabilité dans des conditions extrêmes, des événements perturbateurs, ou en cas de défaillance non prévue du confinement ou d'intrusion humaine fortuite. Pour ce faire, il doit proposer une conception basée sur des barrières techniques multiples, ou assurer la présence de caractéristiques favorables sur le site, ou les deux. Le dossier de sûreté devrait expliquer le rôle relatif des composantes qui contribuent à la solidité globale du système.

La solidité du système peut également être démontrée à l'aide d'analogues naturels. Des études sur les analogues naturels ont été utilisées de par le monde pour améliorer la confiance dans la capacité des systèmes de gestion à offrir un rendement à long terme comparable à celui prévu par les modèles d'évaluation de la sûreté.

Dans le rapport technique de l'AIEA (Agence internationale de l'énergie atomique) intitulé *Natural Analogs in Performance Assessments for the Disposal of Long Lived Radiological Wastes* (AIEA 1989), on précise ceci :

« [traduction] L'analogue naturel est souvent perçu comme l'un des très rares moyens par lesquels il est possible de démontrer au public que les évaluations de sûreté reposent sur une

connaissance réaliste du fonctionnement de la nature sur des périodes de temps supérieures à l'existence de l'humanité. »

Les analogues naturels peuvent être utilisés de diverses façons et peuvent servir à démontrer que les concepts de gestion des déchets fonctionnent bien dans la nature. Par exemple, au Canada, le gisement d'uranium Cigar Lake a été utilisé comme analogue naturel pour la stabilité à long terme d'un dépôt de combustible nucléaire irradié qui pourrait être aménagé en profondeur dans le bouclier précambrien. Les analogues naturels peuvent également être l'objet d'évaluations complémentaires de la sûreté à long terme, et peuvent être intégrés au dossier de sûreté afin d'améliorer la confiance dans les conclusions tirées des modèles d'évaluation des systèmes de gestion, comme le mentionne la section 7.6.3, « Confiance dans les modèles d'évaluation ».

Des renseignements tirés des études sur les analogues naturels peuvent être utilisés pour élaborer et valider des modèles de processus détaillés qui pourraient être intégrés aux modèles d'évaluation de manière abrégée ou simplifiée. Les analogues naturels peuvent également fournir des données pour vérifier et valider les modèles d'évaluation détaillés et simplifiés (voir la section 7.6.2, « Confiance dans les outils de calcul »), et pour développer des modèles descriptifs génériques de sites en l'absence de données spécifiques d'un site, comme le mentionne la section 7.3.1, « Caractéristiques du site ».

5.4 Utilisation des indicateurs complémentaires de sûreté

La sûreté à long terme de la gestion des déchets radioactifs est habituellement démontrée en comparant directement les prévisions avec les limites réglementaires, comme la dose et les concentrations de contaminants.

Plusieurs autres indicateurs de sûreté, comme ceux qui reflètent l'efficacité de la barrière de confinement ou les caractéristiques spécifiques du site qui peuvent être directement associés au rejet et au transport des contaminants, peuvent également être présentés afin d'illustrer le rendement à long terme d'un système de gestion des déchets. Parmi les exemples de paramètres additionnels, mentionnons notamment :

1. les taux de corrosion des contenants;
2. les taux de dissolution des déchets;
3. l'âge des eaux souterraines et le temps de propagation;
4. le flux de contaminants en provenance d'une installation de gestion des déchets;
5. les concentrations de contaminants dans des milieux environnementaux spécifiques (par exemple la concentration de radium dans les eaux souterraines); ou
6. les changements qui surviennent dans la toxicité des déchets.

Les critères d'acceptation en fonction desquels les indicateurs de sûreté complémentaires doivent être jugés devraient être dérivés de la relation qui existe entre les indicateurs complémentaires et les indicateurs plus directs de la sûreté. Par exemple, si la concentration dans l'environnement d'une substance dangereuse est directement liée à la vitesse des eaux souterraines à proximité d'une installation de déchets, alors la vitesse prévue des eaux souterraines pourrait être utilisée comme indicateur de la sûreté à long terme et servir de complément à une évaluation plus exhaustive de la concentration de la substance dangereuse dans l'environnement. Les évaluations qui utilisent des indicateurs complémentaires devraient être justifiées, de même que les critères d'acceptation qui en sont dérivés.

6. Définition des critères d'acceptation

6.1 Aperçu

Les critères d'acceptation sont des valeurs numériques utilisées pour évaluer les résultats des calculs du modèle d'évaluation. Les paramètres qui sont calculés en vue d'être comparés avec les critères d'acceptation devraient présenter une garantie raisonnable que les exigences réglementaires imposées par la LSRN et ses règlements et les autres mesures législatives applicables seront respectées. Compte tenu du fait que les grandes exigences réglementaires sont la dose radiologique et les concentrations environnementales de substances dangereuses, l'on s'attend à ce que ces paramètres soient utilisés dans les évaluations à long terme à titre d'indicateurs principaux de la sûreté.

On doit aussi calculer les autres paramètres du modèle donnant un indice du rendement du système de gestion des déchets. Ces indicateurs complémentaires peuvent être dérivés des exigences réglementaires, des objectifs et des valeurs repères spécifiés dans les lignes directrices, ou des attentes en matière de rendement qui sont liées à la sûreté.

Les valeurs actuelles des limites réglementaires, des normes, des objectifs et des valeurs repères peuvent être utilisées comme critères d'acceptation. Les titulaires de permis de la CCSN sont assujettis aux exigences fédérales et provinciales, et les lignes directrices, objectifs et valeurs repères peuvent varier entre ces deux juridictions. En maintenant une approche non prescriptive en matière de réglementation, on s'attend du demandeur qu'il propose des valeurs repères et des critères d'acceptation justifiés et défendables sur le plan scientifique aux fins de l'évaluation.

En dérivant les critères d'acceptation, les valeurs repères peuvent également être réduites en appliquant une marge de sûreté additionnelle, comme des limites de dose ou un facteur de sûreté. L'adoption d'une fraction de la valeur appliquée actuellement comme critère d'acceptation pour une évaluation à long terme peut fournir une assurance additionnelle que l'incertitude dans les prévisions et que les actions humaines futures ne comporteront pas de risques déraisonnables dans le futur. Le personnel de la CCSN est disponible et peut être consulté sur le caractère adéquat des critères d'acceptation, ainsi que sur l'équilibre entre le conservatisme de l'évaluation et le conservatisme des critères d'acceptation.

6.2 Critères pour la protection des personnes et de l'environnement

Les exigences réglementaires en matière de protection des personnes et de l'environnement contre les risques radiologiques et non radiologiques associés aux déchets radioactifs mènent aux quatre ensembles distincts suivants de critères d'acceptation pour une évaluation à long terme :

1. la radioprotection des personnes;
2. la protection des personnes contre les substances dangereuses;
3. la radioprotection de l'environnement; et
4. la protection de l'environnement contre les substances dangereuses.

6.2.1 Radioprotection des personnes

Une évaluation de sûreté à long terme devrait permettre d'obtenir une assurance raisonnable que la limite de dose de rayonnement pour l'exposition du public (1 mSv/an) ne sera pas dépassée. Cependant, afin de tenir compte de la possibilité d'une exposition à des sources multiples et de s'assurer que les doses associées à l'installation respectent le principe ALARA (maintien des

doses au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre), une valeur cible (critère d'acceptation) qui est inférieure à la limite réglementaire doit être utilisée.

Par exemple, pour l'optimisation de la conception, la Commission internationale de protection radiologique (CIPR) recommande une cible de conception (appelée « contrainte de dose ») d'environ 0,3 mSv/an. Bien que la contrainte de dose soit utilisée comme cible de conception dans le processus d'optimisation, elle n'est pas utilisée comme une limite à laquelle il faut se conformer. La contrainte de dose ne devrait donc pas être utilisée pour tenir compte des incertitudes dans les prévisions du modèle d'évaluation.

Les incertitudes de la modélisation devraient plutôt être abordées en intégrant un certain conservatisme aux éléments suivants :

1. le modèle d'évaluation;
2. la conception du scénario; et
3. le choix des paramètres.

L'exposition au rayonnement peut être exprimée sous la forme de la dose radiologique ou du risque radiologique qui reflète la probabilité que l'on développe un problème de santé suite à l'exposition au rayonnement. Les effets ou l'exposition au rayonnement sont classifiés comme étant soit des « effets déterministes », ou des « effets stochastiques », selon la probabilité que l'on développe un problème par suite de l'exposition. Un effet déterministe se produira si la dose dépasse un certain seuil, alors que la probabilité que survienne un effet stochastique est directement proportionnelle à l'importance de la dose. Comme la limite de dose acceptable (1 mSv/an) pour une personne qui n'est pas un travailleur du secteur nucléaire est de plusieurs ordres de grandeur inférieure au seuil auquel un effet déterministe se produit, seuls les effets stochastiques seront examinés dans le présent document.

La probabilité que survienne un effet stochastique est évaluée comme étant le produit de la dose par un coefficient de probabilité pour les effets stochastiques. Ce coefficient de probabilité est communément appelé « facteur de conversion du risque » et reflète la probabilité que l'on développe un problème de santé ou un effet génétique suite à l'exposition au rayonnement à de faibles doses ou faibles débits de dose.

Le coefficient de probabilité pour les effets stochastiques actuellement recommandé par la CIPR est de 0,073 par sievert pour le grand public (CIPR, 1991). La probabilité que surviennent des effets stochastiques correspondant à une dose statutaire efficace de 1 mSv/a pour le grand public est d'environ 7×10^{-5} par année. De même, la probabilité que surviennent des effets stochastiques correspondant à une contrainte de dose de 0,3 mSv/a est d'environ 2×10^{-5} par année.

Puisque la probabilité que surviennent des effets stochastiques est directement proportionnelle à la dose, le facteur de conversion du risque est une valeur constante. Il peut être acceptable d'utiliser soit la dose de rayonnement ou la probabilité des effets stochastiques qui y est associée dans les évaluations de sûreté à long terme. Ainsi, les conséquences de tout scénario d'évaluation peuvent être exprimées sous forme de dose ou de probabilité que survienne un effet stochastique.

La forme des critères d'acceptation radiologiques devrait être conforme à l'approche et à la stratégie choisie pour l'évaluation à long terme. La dose calculée par les évaluations déterministes peut être comparée directement aux critères d'acceptation radiologiques exprimés sous forme de dose, ou les résultats d'évaluation et les critères d'acceptation peuvent tous deux être exprimés en tant que probabilité d'effets stochastiques en appliquant le facteur de conversion du risque.

Les évaluations probabilistes calculent un risque potentiel fondé sur la probabilité d'une exposition se produisant et sur les conséquences de chaque exposition (exprimées sous la forme d'une dose ou d'une probabilité d'effet stochastique). Le résultat de l'évaluation est la somme pour tous les scénarios importants du produit de la probabilité du scénario et de la probabilité des effets stochastiques. Chaque critère d'acceptation radiologique doit être exprimé sous forme de risque (c.-à-d. probabilité d'effets stochastiques) aux fins de la comparaison directe avec les résultats de l'évaluation probabiliste.

Dans les évaluations probabilistes, les scénarios à conséquences graves et à faible probabilité d'occurrence peuvent présenter les mêmes risques potentiels que les scénarios à faibles conséquences et à probabilité d'occurrence élevée. Si une approche probabiliste est adoptée, en plus d'une comparaison directe du risque potentiel calculé avec le critère d'acceptation du risque, les résultats de l'évaluation devraient être évalués en fonction de la distribution de la dose comparée aux critères d'acceptation de la dose, et comprendre un examen de la probabilité de dose.

6.2.2 Protection des personnes contre les substances dangereuses

On peut trouver les valeurs de référence concernant la protection contre les substances dangereuses dans des documents fédéraux et provinciaux précisant les objectifs et les lignes directrices en matière d'environnement. Lorsque cela est possible, les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (RCQE) du Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME 2002) devraient être utilisées comme document de référence en ce qui concerne les valeurs repères ou les valeurs de référence en matière de toxicologie pour la protection de la santé humaine. Lorsque ce document n'est pas disponible, les lignes directrices provinciales sur la santé humaine devraient être suivies. Par exemple, les Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada (CCME 2002) devraient être utilisées en ce qui a trait aux contaminants contenus dans l'eau potable, y compris les eaux souterraines; cependant, dans le cas de l'eau non potable, on peut utiliser les lignes directrices provinciales appropriées, comme celles du ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MOEE 1997).

Des facteurs de sûreté sont utilisés pour l'établissement des valeurs repères. Ces facteurs de sûreté varient selon le contaminant, mais on utilise habituellement un facteur de sûreté de 100, ce qui donne une valeur repère correspondant à un faible niveau de risque. Dans le cas des lignes directrices canadiennes génériques relatives à la qualité du sol, le CCME considère un niveau de risque de 10^{-6} comme étant négligeable pour l'humain (CCME 1996). Santé Canada a déterminé qu'un risque de cancer de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-6} est négligeable en ce qui concerne les substances cancérigènes contenues dans l'eau potable, et que seules l'exposition des adultes a besoin d'être déterminée (SC 2012a). Une augmentation de 10^{-5} dans l'incidence du risque de cancer représente une augmentation de 0,0025 % de l'incidence de base du cancer.

Dans les cas où les agences canadiennes n'ont pas élaboré de lignes directrices sur la santé humaine, les valeurs repères peuvent être fondées sur les lignes directrices établies par l'Environmental Protection Agency des États-Unis (USEPA 2008).

Le recours à des valeurs repères qui sont proposées et fondées sur des renseignements autres que ceux susmentionnés peut devoir être justifié. Parmi les autres sources de renseignements, mentionnons notamment l'*Integrated Risk Information System* de l'USEPA, l'Organisation mondiale de la santé, l'Institut national de santé publique et d'environnement des Pays-Bas et l'Agency for Toxic Substances and Disease Registry des États-Unis.

6.2.3 Radioprotection de l'environnement

Pour la protection du biote non humain contre l'exposition au rayonnement, la principale préoccupation est la dose de rayonnement totale reçue par les organismes qui résulte en des effets déterministes. La détermination de valeurs repères pour la radioprotection du biote non humain n'est pas aussi développée que la détermination de valeurs repères pour les substances dangereuses, puisqu'historiquement on suppose que la protection des humains est suffisante pour protéger l'environnement. Toutefois, les valeurs repères pour les doses moyennes de rayonnement reçues par le biote non humain ont été dérivées pour différents types d'organismes (*National Council on Radiation Protection and Measurements* (NCRP) 1991, AIEA 1992, EC 2003).

L'élaboration de critères visant à assurer la protection radiologique de l'environnement doit suivre les protocoles établis pour les substances dangereuses, comme il est indiqué ci-dessous.

6.2.4 Protection de l'environnement contre les substances dangereuses

Les critères d'acceptation non radiologique pour la protection de l'environnement peuvent inclure la concentration ou le flux des substances dangereuses. Les Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement (CCME 2002) pour l'eau, les sédiments et le sol sont des valeurs repères appropriées pouvant être utilisées dans les évaluations conservatrices. Les lignes directrices provinciales peuvent être utilisées au besoin dans le cas des substances pour lesquelles il n'existe pas de lignes directrices fédérales.

Par ailleurs, des valeurs repères pour les substances dangereuses peuvent aussi être dérivées de documents sur la toxicité, ou des études visant à évaluer la toxicité peuvent être réalisées. Les protocoles relatifs à l'élaboration de critères pour la protection de l'environnement comprennent la détermination des valeurs de toxicité critique, comme la concentration dans l'environnement pour une réponse de 25 % (CE25), la concentration minimale observable avec effet nocif (CMOAEN), ou la dose nocive sans effet observable (DNSEO), à partir d'études sur l'exposition chronique des espèces les plus sensibles.

Les valeurs estimées sans effet observé (VESEO) sont dérivées de valeurs de toxicité critique déterminées à l'aide de facteurs de sûreté ou d'application appropriés. Les facteurs de sûreté sont appliqués aux valeurs de toxicité critiques en déterminant la valeur repère afin de tenir compte des incertitudes liées aux données et à la variabilité naturelle parmi les individus d'une espèce donnée. De façon générale, des facteurs de sûreté plus importants entre 10 et 1 000 sont utilisés dans les valeurs repères des évaluations conservatrices, alors que des valeurs plus petites sont utilisées dans les valeurs repères des évaluations réalistes.

Dans le cas des contaminants (métaux) qui sont une composante naturelle de l'environnement, l'extrémité supérieure (95^{e} ou 97,5^{e} percentile) de la distribution de la concentration de fond peut être utilisée comme valeur repère; cependant, l'utilisation de la concentration de fond maximale n'est pas acceptable.

Bien qu'une orientation soit fournie pour l'utilisation des facteurs de sûreté, leur utilisation est quelque peu subjective et les valeurs repères dérivées doivent être protectrices sur le plan environnemental et défendables sur le plan scientifique. On doit fournir une justification pour l'utilisation de toute valeur repère dérivée.

7. Évaluations à long terme

La CCSN s'attend à ce que le demandeur suive une approche structurée pour évaluer le rendement à long terme du système de gestion des déchets. Bien que les évaluations à long terme soient réalisées avec différents niveaux de détail et de rigueur et à des fins différentes, la méthode globale pour leur réalisation devrait comprendre les éléments suivants :

1. le choix de la méthode appropriée;
2. le contexte de l'évaluation;
3. la description du système;
4. les échelles temporelles;
5. les scénarios d'évaluation; et
6. l'élaboration de modèles d'évaluation.

7.1 Choix de la méthode appropriée

Aucune méthode en particulier ne convient à toutes les évaluations à long terme. Le demandeur est encouragé à consulter le personnel de la CCSN à propos des questions relatives au choix de la méthode appropriée pour les évaluations à long terme de leurs situations particulières, et il doit s'attendre à documenter et à justifier la méthode qu'il utilise.

Une orientation limitée sur la manière dont les évaluations sont réalisées à des fins spécifiques est présentée dans plusieurs sources, notamment les sources suivantes :

1. *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012);*
2. Environnement Canada;
3. Santé Canada;
4. Conseil canadien des ministres de l'environnement; et
5. Agence internationale de l'énergie atomique.

7.1.1 Loi canadienne sur l'évaluation environnementale, 2012

La *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale, 2012* (LCEE 2012) est un outil de planification qui est utilisé par les autorités fédérales pour s'assurer que les effets environnementaux nocifs sont cernés et atténués avant qu'un projet soit réalisé. Le résultat d'une évaluation environnementale en vertu de la LCEE 2012 permet de déterminer si le projet a des effets environnementaux nocifs susceptibles d'être importants. Cette décision est prise en compte au moment de déterminer si le projet proposé devrait passer à l'étape de l'autorisation.

La méthode employée par la CCSN pour réaliser une évaluation environnementale aux termes de la LCEE 2012 est affichée sur le site web de la CCSN (CCSN 2017).

7.1.2 Environnement Canada

L'approche en matière d'évaluation d'Environnement Canada subdivise les éléments clés de l'évaluation comme suit :

1. cadre et aperçu;
2. collecte et génération de données;
3. formulation de problèmes;
4. caractérisation des entrées;
5. caractérisation de l'exposition;

6. caractérisation des effets; et
7. caractérisation des risques.

L'évaluation devrait explicitement traiter de la justification du choix du modèle, ainsi que des avantages, faiblesses et limites des modèles utilisés. On doit identifier clairement les hypothèses et justifications clés, l'étendue du consensus scientifique et des incertitudes, et les effets des hypothèses de rechange raisonnables sur les conclusions et les estimations de l'évaluation. On doit également préciser les renseignements sur la variabilité des données et les incertitudes, la sensibilité des paramètres et les incertitudes des modèles.

7.1.3 Santé Canada

Santé Canada donne une orientation nationale sur l'évaluation des substances dangereuses en ce qui a trait à la santé humaine dans des documents préparés en vue d'appuyer le Plan d'action accéléré des sites contaminés fédéraux. Ces documents comprennent les lignes directrices sur la qualité du sol et de l'eau potable, les valeurs toxicologiques de référence, la biodisponibilité des contaminants, les caractéristiques humaines et les facteurs d'exposition et d'autres aspects de l'évaluation du risque (SC 2012a, SC 2010b).

7.1.4 Conseil canadien des ministres de l'environnement

Dans un document d'orientation du CCME intitulé *Cadre pour l'évaluation du risque écotoxicologique – Orientation générale*, on donne des conseils sur la planification de l'évaluation du risque écologique (ERE) et l'on décrit ses principales composantes (CCME 1996). La planification devrait inclure la caractérisation du site, la détermination des problèmes et la détermination des composantes valorisées de l'écosystème (CVE), l'établissement des objectifs, l'élaboration d'un modèle conceptuel, le choix des points finaux de l'évaluation et les points finaux de mesure, ainsi que l'établissement d'un niveau d'effort. Parmi les autres composants de l'ERE, mentionnons notamment :

1. la caractérisation des récepteurs;
2. l'évaluation de l'exposition;
3. l'évaluation du danger; et
4. la caractérisation du risque.

7.1.5 Agence internationale de l'énergie atomique

Le projet de recherche coordonnée de l'AIEA sur l'amélioration des méthodes d'évaluation de la sûreté (*ISAM*, de l'anglais *Improvement of Safety Assessment Methodologies*) pour les installations d'élimination près de la surface a publié des recommandations utiles sur une méthode structurée et itérative pour la réalisation et la documentation des évaluations (AIEA 2004). Cette méthode pourrait être appliquée à n'importe quel type de système de gestion des déchets.

D'autres publications de l'AIEA qui donnent une orientation sur des types particuliers de déchets radioactifs à gérer sont indiquées à la section « Documents de référence » du présent document.

7.2 Contexte de l'évaluation

Le contexte de l'évaluation définit le mandat de l'évaluation, les exigences réglementaires à satisfaire, les critères à utiliser pour évaluer la sûreté et l'approche adoptée pour indiquer que les critères de sûreté peuvent être satisfaits à long terme.

7.2.1 Mandat

Le mandat de l'évaluation doit présenter l'objectif et la justification de l'évaluation et répondre aux questions suivantes :

1. Pourquoi fait-on l'évaluation?
2. Quel est l'audience cible de l'évaluation? et
3. Quelle décision l'évaluation appuie-t-elle?

7.2.2 Exigences réglementaires à satisfaire

Le contexte de l'évaluation doit décrire le cadre réglementaire en vertu duquel l'évaluation est effectuée. La description doit démontrer que le demandeur comprend les exigences réglementaires fédérales et provinciales et toutes les obligations internationales s'appliquant au projet. La description d'une évaluation relativement complexe peut également inclure une table de correspondances ou une « carte routière » précisant dans quelle partie de la documentation on traite de la façon dont chaque exigence réglementaire est respectée.

7.2.3 Critères à respecter

On doit, dans le contexte de l'évaluation, préciser les critères retenus pour juger des indicateurs de sûreté de l'évaluation. Ces critères peuvent être fondés sur les limites et les objectifs réglementaires, ou d'autres valeurs repères justifiables sur le plan scientifique (section 6, « Définition des critères d'acceptation »), ou d'indicateurs de sûreté complémentaires, comme le rendement des barrières ou le temps de déplacement des eaux souterraines, qui indiquent le rendement du système (section 5.4, « Utilisation des indicateurs de sûreté complémentaires »).

7.2.4 Approche suivie pour démontrer la sûreté

Le contexte de l'évaluation doit également comprendre une description de l'approche suivie pour démontrer la sûreté à long terme et pour augmenter la confiance dans les résultats, et pour indiquer en quoi la démarche traite des principes de gestion des déchets radioactifs mis de l'avant à l'annexe A. La démarche employée pour démontrer la sûreté peut être fondée sur une combinaison d'évaluations complémentaires à divers niveaux de détail, comme il est indiqué à la section 5, « Élaboration d'un dossier de sûreté à long terme ».

7.3 Description du système

La description du système doit présenter à la fois les caractéristiques du site et la conception du système de gestion des déchets. On doit donner suffisamment de détails sur le système de gestion des déchets et la façon dont fonctionnent ses composantes pour faire comprendre clairement comment on garantira la sûreté et la protection de l'environnement. La description du système doit comporter des détails sur le type de déchets à gérer, le système de gestion qui sera utilisé (c.-à-d. élimination ou stockage en surface ou en profondeur à l'aide d'une combinaison de barrières de confinement artificielles et de barrières d'isolement naturelles).

L'information nécessaire sur le système varie selon les exigences de l'évaluation et, par conséquent, entre les types d'installations.

Il est entendu que la description du système peut être moins exhaustive et rigoureuse au début du processus d'autorisation. L'information utilisée dans les évaluations de sûreté à long terme, aux fins de l'optimisation de la conception ou pour appuyer une évaluation environnementale pour un permis de préparation de site, peut devoir reposer sur certaines données implicites ou génériques.

À mesure qu'avance le processus d'autorisation tout au long de la durée de vie de l'installation, on fait l'acquisition des données d'exploitation et de renseignements spécifiques à l'installation telle que construite, ce qui permet de mieux comprendre les caractéristiques du site. On s'attend à ce que les modèles d'évaluation soient actualisés et perfectionnés au fil de la durée de vie utile de l'installation; on se fiera donc moins sur des renseignements implicites, génériques ou hypothétiques; cela devrait se traduire par des résultats de modèle plus fiables.

Les demandeurs sont encouragés à consulter les autorités réglementaires afin d'obtenir une orientation spécifique concernant l'équilibre approprié entre les renseignements génériques et les renseignements propres au site en vue de tenir compte des conditions particulières de leur site et des étapes de l'autorisation.

7.3.1 Caractéristiques du site

Les caractéristiques du site doivent comprendre une description de l'environnement physique du site, comme les conditions écologiques, géologiques, hydrologiques et climatiques. Cette description doit inclure suffisamment d'information sur les conditions de référence pour permettre une évaluation complète des impacts associés aux activités autorisées.

Les caractéristiques du site doivent être suffisamment détaillées pour la préparation d'un modèle descriptif précis. Dans le cas des installations de gestion des déchets à long terme, les activités de caractérisation du site se feront sur plusieurs années, et devraient être réalisées selon un plan officiel de caractérisation du site qui comprend des protocoles d'assurance/de contrôle de la qualité (AQ/CQ) pour vérifier les données. Le plan d'évaluation et de caractérisation devrait inclure :

1. la caractérisation des conditions souterraines (géologie structurale, perméabilité, géochimie, attributs du réseau d'écoulement, etc.);
2. la caractérisation des conditions en surface (écologie, hydrologie, géomorphologie, climat, etc.);
3. les systèmes de surveillance;
4. l'utilisation des terres actuelle et à venir;
5. l'intégration et l'analyse des données, et leur intégration dans le modèle descriptif du site; et
6. la gestion et le rendement du programme d'assurance de la qualité.

L'information résultante devrait être suffisante pour l'élaboration de modèles propres au site qui simuleront, avec une certaine fiabilité, la réponse du site aux perturbations causées par les activités autorisées. La modélisation géoscientifique et la modélisation de l'évaluation initiale peuvent permettre de cerner les lacunes en matière d'information et pourront être utilisées plus tard pour orienter les activités de caractérisation du site.

À mesure que les études de caractérisations du site progressent dans le temps, les renseignements additionnels obtenus mèneront à une meilleure compréhension des caractéristiques souterraines du site. L'amélioration des données spécifiques au site devrait permettre de raffiner le modèle initial du site en remplaçant les données génériques ou les données par défaut et réduire le recours à des hypothèses.

7.3.2 Système de gestion des déchets

Le système de gestion des déchets et la manière dont ses composantes fonctionnent doivent être décrits de manière suffisamment détaillée pour permettre de comprendre clairement comment la

sûreté et la protection environnementale seront assurées et de quelle manière les différentes composantes du système interagissent entre elles et avec l'environnement, à long terme.

La description du système de gestion des déchets doit comprendre la conception et les caractéristiques d'au moins les éléments suivants :

1. la forme des déchets (le type de déchets, les inventaires et les caractéristiques des substances nucléaires et dangereuses, l'emballage, etc.);
2. les barrières artificielles (conteneurs de déchets, zones tampon et matériaux de remblai, revêtements et couvertures, barrières réactives, structures de confinement, enveloppes perméables, etc.);
3. les barrières naturelles, incluant la géosphère (pour les installations souterraines) et les couvertures d'eau (s'il y a lieu); et
4. les contrôles institutionnels actifs et passifs visant à limiter l'accès et l'exposition aux contaminants.

Au début du processus d'autorisation, il sera peut-être nécessaire de se fier aux spécifications techniques de conception, aux critères d'acceptation des déchets, aux données génériques ou aux données par défaut et aux hypothèses visant à décrire le système de gestion des déchets avec suffisamment de détails pour prévoir son rendement. Lors des étapes ultérieures du développement de l'installation, les renseignements spécifiques à l'installation telle que construite et les données opérationnelles devraient être utilisées pour peaufiner le modèle du système à des fins d'évaluation. Comme dans le cas du modèle du site, le modèle du système de gestion des déchets doit évoluer afin de devenir plus réaliste (et moins prudent), selon des données réelles.

7.4 Échelles temporelles de l'évaluation

Il n'y a pas de limite de temps liée à l'objectif réglementaire voulant que « le niveau de risque inhérent à ces activités tant pour la santé et la sécurité des personnes que pour l'environnement, demeure acceptable » (LSRN, alinéa 9a)(i)), ou avec le principe selon lequel les « incidences prévues de la gestion des déchets radioactifs sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement ne sont pas supérieures à celles qui sont tolérées au Canada au moment de la décision d'ordre réglementaire » (comme l'indique l'annexe A).

Dans l'évaluation des incidences futures qui pourraient être attribuables aux déchets radioactifs, on doit inclure la période durant laquelle on prévoit l'effet maximal. Dans certains cas, seule l'ampleur de l'effet maximum, indépendamment du temps, peut être suffisant pour l'évaluation (p. ex. dans les évaluations limites à l'aide de calculs fondés sur les contraintes de solubilité).

L'évaluation doit prévoir une justification pour les échelles temporelles. L'approche retenue pour établir les périodes de temps utilisées dans l'évaluation devrait tenir compte des éléments suivants :

1. la durée de vie dangereuse des contaminants associés aux déchets;
2. la durée de la période d'exploitation (avant que l'installation n'atteigne sa fin de vie);
3. la durée de vie théorique des barrières artificielles;
4. la durée des contrôles institutionnels actifs et passifs; et
5. la fréquence des événements naturels et des changements environnementaux d'origine humaine (p. ex. séisme, inondation, sécheresse, glaciation, changement climatique, etc.).

La période de temps durant laquelle on suppose les barrières artificielles efficaces et l'évolution de leur fonction de sûreté dans le temps doivent être documentés et justifiés, avec renvois s'il y a lieu aux normes nationales ou internationales actuelles.

7.5 Scénarios d'évaluation

Un scénario est un ensemble de conditions futures ou d'événements à modéliser dans une évaluation. Le scénario d'évaluation à long terme devrait être suffisamment exhaustif pour tenir compte de tous les états futurs éventuels du site et de la biosphère. Il arrive fréquemment que l'évaluation de la sûreté comprenne un scénario central de l'évolution normale ou prévue du site et de l'installation au fil du temps, et de scénarios additionnels qui examinent les incidences potentielles des événements perturbateurs ou les modes de défaillance du confinement.

Chaque scénario présenté dans une évaluation de sûreté doit comprendre des renseignements détaillés sur :

1. la durée de temps sur laquelle repose l'évaluation;
2. la durée (du début à la fin) du recours aux contrôles institutionnels comme caractéristique de sûreté; et
3. la nature et les caractéristiques des récepteurs et des groupes critiques présumés.

Une évaluation de sûreté doit présenter et justifier les techniques et critères utilisés pour élaborer les scénarios qui sont analysés. Les scénarios doivent être élaborés de manière systématique, transparente et identifiable, dans le cadre d'une analyse structurée des caractéristiques, événements et processus (CEP) qui sont fondés sur des conditions actuelles et futures des caractéristiques du site, des propriétés des déchets et des caractéristiques des récepteurs ainsi que de leur mode de vie. L'approche en matière d'élaboration des scénarios doit être conforme à la rigueur de l'évaluation, et doit tenir compte du but de l'évaluation, des dangers associés aux déchets et de la nature de la décision pour laquelle une évaluation a été entreprise. Par conséquent, l'élaboration d'un scénario peut aller d'un « remue-méninges » à une analyse structurée des CEP (caractéristiques, événements et processus) et à l'extrapolation de l'information sur les modes de vie actuels.

Il s'est fait, de par le monde, beaucoup de travaux pour dresser des listes de caractéristiques, événements et processus (CEP) utilisés dans les évaluations antérieures, particulièrement à l'Agence pour l'énergie nucléaire et dans le cadre du projet BIOMOVS (AEN 2000, AEN 2003, BIOMOVS 1996). Ces listes peuvent non seulement servir de base de comparaison avec des scénarios propres à un site, mais on peut également les utiliser pour élaborer des scénarios initiaux génériques en l'absence de données spécifiques au site, ou on peut les utiliser comme CEP implicites pour élaborer des scénarios stylisés.

Les scénarios stylisés sont des représentations génériques d'un groupe de scénarios, où une partie du système de gestion des déchets est traitée dans l'évaluation du rendement d'une manière normalisée ou simplifiée. Des scénarios stylisés reposant sur de l'information et des données implicites ont été mis au point pour la biosphère, le changement climatique, la glaciation et les voies d'exposition (AEN 2001, AIEA 2003, SKI 1995, OPG 2001). Le recours à des scénarios stylisés peut être utile si l'on ne possède pas de renseignements propres au site ou que l'objectif de l'évaluation n'exige pas d'information détaillée propre à l'emplacement. Plus les périodes d'évaluation s'allongent, plus l'utilisation des scénarios stylisés pour établir les conditions futures lointaines devient importante.

L'évaluation de la sûreté devrait démontrer que l'ensemble des scénarios élaborés est crédible et exhaustif. Certains CEP ou scénarios peuvent être exclus de l'évaluation dans les cas où la probabilité qu'ils surviennent est extrêmement faible, ou s'ils ont des incidences négligeables. Compte tenu de la vaste gamme de scénarios pouvant être élaborés pour différents systèmes de gestion des déchets à différentes étapes de leur cycle de vie, le demandeur doit proposer des critères d'exclusion de certains CEP et de certains scénarios, et consulter le personnel de la CCSN pour vérifier leur acceptabilité. L'approche et les critères de sélection utilisés pour exclure ou inclure des scénarios devraient être justifiés et bien documentés.

7.5.1 Scénario d'évolution normale

Un scénario d'évolution normale doit être basé sur une extrapolation raisonnable des caractéristiques du site et des modes de vie des récepteurs tels qu'ils sont aujourd'hui. Il doit comprendre l'évolution du site et la détérioration du système d'élimination des déchets (perte progressive ou totale de la fonction de la barrière) à mesure qu'il vieillit. Les scénarios d'évolution n'ont pas à tenir compte de l'évolution biologique des récepteurs individuels, qui est supposée être statique aux fins de l'évaluation de la sûreté.

Selon les conditions propres au site et la période visée par l'évaluation, il peut être nécessaire d'inclure dans les scénarios d'évolution des conditions extrêmes, comme les changements subits du climat ou le début d'une période de glaciation. De la même façon, les événements perturbateurs naturels périodiques, comme les inondations ou les feux de forêt, peuvent faire partie du scénario d'évolution pour un site particulier et une période spécifique de l'évaluation, mais pourraient devoir être analysés séparément.

La décision en ce qui a trait à quels événements perturbateurs naturels devraient être inclus est basée sur la probabilité d'occurrence durant la période visée par l'évaluation.

Les scénarios d'évolution normale devraient également tenir compte des modes de défaillance du système de confinement et d'isolation. Ces défaillances peuvent résulter non seulement de la détérioration naturelle des barrières, mais aussi de la détérioration des barrières suite à des événements perturbateurs imprévisibles qui pourraient se produire à une ou plusieurs reprises durant la période d'évaluation, y compris la pénétration des barrières par intrusion.

L'intrusion par des animaux fouisseurs ou par les racines de plantes peut être considérée comme faisant partie de l'évolution prévue de certains types de systèmes de gestion des déchets; on peut concevoir les barrières pour empêcher ces intrusions, par exemple par une couverture plus épaisse, un blindage par enrochement, ou par d'autres barrières. Toutefois, l'intrusion humaine ne peut pas être facilement contrée par la conception des barrières. Pour certaines installations, on peut mettre en place des contrôles institutionnels pour empêcher l'intrusion humaine. En pareil cas, il peut être nécessaire de poser comme hypothèse la défaillance des contrôles institutionnels dans les scénarios d'intrusion humaine.

7.5.2 Scénarios d'événements perturbateurs, y compris l'intrusion humaine

Les scénarios d'événements perturbateurs traitent de l'occurrence d'événements peu probables menant à la pénétration possible des barrières et à des pertes de confinement anormales. Il est impossible de prévoir avec exactitude la fréquence de certains événements comme les incendies, les inondations, l'activité sismique, l'activité volcanique et l'intrusion humaine, même dans les cas où ils peuvent être associés à une fréquence de probabilité annuelle ou à une période de répétition. Les scénarios d'événements perturbateurs ne peuvent pas habituellement être intégrés directement dans les scénarios d'évolution normale où l'on suppose que les barrières demeurent

intactes pour toute leur durée de vie théorique. Ces événements, même ceux qui ne devraient se produire qu'à une ou à quelques reprises durant la période d'évaluation, peuvent devoir être évalués séparément et être inclus dans l'interprétation des scénarios d'évolution normale.

Une intrusion provoque non seulement une brèche dans le confinement, mais peut également donner lieu à une redistribution des déchets à l'extérieure de la barrière, ce qui risque d'exposer le grand public et l'environnement. Par conséquent, l'évaluation de l'intrusion humaine doit tenir compte de l'exposition possible des personnes et de l'environnement causée par une redistribution des déchets. Pour les scénarios d'intrusion fortuite (où l'intrus ne connaît pas le danger associé aux déchets) on doit évaluer l'exposition de l'intrus; cependant, l'évaluation de l'intrusion humaine intentionnelle, pour laquelle l'intrus est présumé connaître les dangers associés aux déchets, n'a pas à tenir compte de l'exposition de l'intrus.

Les scénarios où l'on évalue le risque d'intrusion fortuite doivent être spécifiques et reposer sur le type de déchets et la conception de l'installation et tenir compte à la fois de la probabilité d'intrusion et de ses conséquences. Les installations de surface ou près de la surface (p. ex. les sites de résidus) sont davantage sujettes aux intrusions que les installations en couches géologiques profondes.

Dans les scénarios touchant l'intrusion humaine fortuite dans une installation de gestion des déchets, on peut prévoir des doses supérieures à la limite réglementaire. Ces résultats doivent être interprétés à la lumière du degré d'incertitude associé à l'évaluation, du conservatisme de la limite de dose et de la probabilité d'intrusion. La probabilité et le risque d'intrusion doivent donc tous deux être présentés.

On doit faire des efforts raisonnables pour limiter la dose découlant d'un scénario d'intrusion à conséquences graves et pour réduire la probabilité que survienne cette intrusion. On peut atténuer les conséquences de l'intrusion en contrôlant la forme et les propriétés des déchets acceptés à l'installation. Des modifications à la conception devraient être apportées afin de réduire la probabilité d'une intrusion par inadvertance. On peut, par exemple, modifier le choix du site de l'installation (s'il existe des choix en matière de sélection du site), situer l'installation à une profondeur dissuadant l'intrusion, intégrer des caractéristiques de conception solides rendant l'intrusion plus difficile et mettre en œuvre des contrôles institutionnels actifs ou passifs.

7.5.3 Contrôles institutionnels

Le demandeur de permis devrait, dans sa soumission, préciser le rôle des contrôles institutionnels pour garantir la sûreté du système de gestion des déchets et la façon dont ce rôle est pris en compte dans l'évaluation de sûreté. Les contrôles institutionnels peuvent comprendre des mesures actives (nécessitant des activités sur le site, par exemple, contrôle, surveillance et entretien) et des mesures passives (ne nécessitant pas d'activités sur le site, par exemple, restreindre l'utilisation des terres, l'ajout de balises, etc.). Les contrôles institutionnels peuvent faire partie de la conception d'un système de gestion des déchets radioactifs à titre de mesures de sûreté nécessaires ou pour améliorer la confiance dans le système.

Les options de gestion à long terme ne devraient pas reposer sur les contrôles institutionnels à long terme à titre de caractéristique de sûreté, à moins qu'ils soient absolument nécessaires. Toutefois, pour certains types de déchets et dans certaines situations propres à un site, il pourrait ne pas y avoir de solution de rechange réaliste aux contrôles institutionnels à long terme en tant que caractéristique de sûreté, même après optimisation de la conception de l'installation (comme l'indique la section 4.3.2, « Optimisation de la conception »).

En raison des incertitudes touchant les activités humaines futures ainsi que l'évolution et la stabilité des sociétés, la pratique internationale actuelle limite généralement le recours aux contrôles institutionnels à quelques siècles. Toutefois, on reconnaît que, malgré l'optimisation de la conception, certaines installations, par exemple, les systèmes de gestion des résidus, peuvent devoir se fier sur des contrôles institutionnels pour une période de temps encore plus longue. Toute intention d'utiliser les contrôles institutionnels pour garantir la sûreté à long terme doit être appuyée par des documents et justifiée dans l'évaluation à long terme.

7.5.4 Identification des groupes critiques et des récepteurs environnementaux

L'élaboration des scénarios d'évaluation doit inclure l'identification des récepteurs humains et environnementaux qui peuvent être exposés aux substances radioactives et dangereuses. On peut identifier ces récepteurs par une analyse des CEP ou à partir de l'évaluation des composantes valorisées de l'écosystème (CVE). Chaque scénario analysé peut comporter des groupes critiques ou des récepteurs environnementaux différents sur le plan de la radioprotection et de la protection environnementale.

L'approche suivie pour protéger l'environnement est fondamentalement différente de la démarche suivie pour protéger les personnes. La protection des personnes contre les dangers radiologiques et non radiologiques est basée sur la protection des individus, alors que la protection environnementale est basée sur la protection des populations des espèces, des communautés et des écosystèmes, pas nécessairement sur les organismes individuels.

Les évaluations prévoient habituellement les incidences sur des organismes individuels, et évaluent ensuite l'importance de ces incidences sur la population touchée.

Si on utilise des récepteurs humains dans le scénario, on peut se fonder sur le concept de groupe critique pour la radioprotection des personnes établi par la Commission internationale de protection radiologique (CIPR). On peut raisonnablement supposer que le groupe critique pour la protection radiologique sera également un récepteur conservateur pour l'exposition aux substances dangereuses. On appelle groupe critique un groupe de personnes représentatif des individus de la population qui, d'après les prévisions, recevront la dose radiologique annuelle la plus forte. Ce groupe serait suffisamment réduit pour être relativement homogène en ce qui a trait à l'âge, au régime alimentaire, ainsi qu'aux aspects comportementaux qui ont une incidence sur les doses annuelles reçues (CIPR 1998; paragraphe 43). Les habitudes et caractéristiques que l'on suppose pour le groupe critique humain devraient être sélectionnées d'après des hypothèses raisonnablement conservatrices et plausibles tenant compte des modes de vie actuels et de l'information disponible propre au site ou à la région. En l'absence de cette information spécifique, l'information implicite ou générique peut être adéquate pour permettre de répondre aux objectifs de l'évaluation (CIPR 1998; paragraphe 44). Le personnel de la CCSN devrait être consulté afin de déterminer s'il est adéquat d'utiliser des données génériques.

L'identification des récepteurs non humains peut être plus complexe que l'identification des groupes humains critiques, même lorsque tous les récepteurs sont présents dans le même environnement au même moment. Cela est dû à la grande variété d'organismes possédant des cycles de vie, des habitats, des voies d'exposition et des sensibilités différentes. Dans les récepteurs non humains, on retrouve habituellement toute une gamme de plantes et d'animaux différents à divers niveaux d'organisation biologique (p. ex. organisme, population, collectivité ou écosystème). Parmi d'autres critères, les récepteurs doivent représenter les groupes taxonomiques les plus susceptibles de recevoir une exposition élevée par une voie d'exposition particulière.

L'évaluation devrait modéliser la biosphère, qui sera le milieu récepteur pour les contaminants, et se fonder le plus possible sur l'information propre au site dans la description du système (présentée à la section 7.3.1, « Caractéristiques du site »). D'un autre côté, lorsque l'information propre au site n'est pas adéquate pour faire des extrapolations raisonnables ou conservatrices à partir des caractéristiques actuelles de la biosphère, une approche stylisée pour la définition de la biosphère permet de répondre à l'objectif de l'évaluation. Les espèces spécifiques ou les récepteurs génériques peuvent être utilisés pour représenter des récepteurs non humains, mais l'évaluation doit être claire à propos de ce qui est évalué. Une approche stylisée en matière de modélisation de la biosphère est actuellement en développement à l'AIEA (AIEA 2003). Le personnel de la CCSN devrait être consulté en ce qui a trait à la pertinence d'utiliser une biosphère stylisée ou des données génériques dans une évaluation.

7.6 Élaboration et utilisation de modèles d'évaluation

Les évaluations à long terme comportent habituellement divers outils de calcul pour prédire les conditions futures aux fins de la comparaison avec les critères d'acceptation qui dénotent la sûreté. Des modèles informatiques sont utilisés pour résoudre les équations mathématiques qui représentent les liens entre les principales caractéristiques et les principaux processus du système de gestion des déchets dans son milieu particulier. Pour se prêter à ce traitement, les modèles conceptuels de gestion des déchets et du site ont souvent besoin d'être simplifiés pour correspondre aux limites des équations mathématiques et aux capacités des outils informatiques servant à les résoudre.

Dans le cas des modèles d'évaluation à long terme, le niveau d'exactitude du modèle et le degré de conservatisme des résultats sont établis en fonction de l'objectif de l'évaluation et de l'importance des résultats du modèle pour ce qui est d'indiquer la sûreté et le rendement prévus.

L'exactitude des prévisions établies dans les évaluations à long terme ne peut être vérifiée. C'est pourquoi il est nécessaire de tester et d'évaluer rigoureusement les modèles d'évaluation dans une mesure qui est déterminée par l'objectif de l'évaluation.

7.6.1 Élaboration des modèles d'évaluation

Le modèle d'évaluation doit être conforme à la description du site, aux propriétés des déchets, aux caractéristiques des récepteurs, ainsi qu'à la qualité et à la quantité des données disponibles pour caractériser le site, les déchets, les voies d'exposition et les récepteurs. Une approche systématique devrait être utilisée pour veiller à ce que les données servant à élaborer les modèles d'évaluation soient exactes et représentatives. Des modèles complexes ne devraient pas être développés s'il n'existe pas de données suffisantes pour les appuyer. Il peut être acceptable d'utiliser des données génériques ou implicites en remplacement de données spécifiques pour élaborer les modèles conceptuels et informatiques si on ne dispose pas de données spécifiques pour le site, comme par exemple aux premiers stades du développement. Toutefois, lorsqu'on dispose de données d'exploitation et de renseignements sur le projet « tel que construit » et que les caractéristiques du site sont mieux connues, au fil du cycle de vie de l'installation, on doit utiliser des données spécifiques au site.

Un modèle conceptuel du système de gestion des déchets devrait être élaboré avec la rigueur et le niveau de détails appropriés aux fins de l'évaluation. Le modèle conceptuel doit tenir compte des incertitudes et des lacunes au niveau des données dans la description du système, ainsi que des simplifications et hypothèses adoptées lors de l'interprétation des données de caractérisation du site. Ces simplifications et hypothèses (et toutes restrictions ou limitations résultantes dans le modèle) devraient être identifiées et discutées dans l'évaluation. Les données et renseignements

non conformes au modèle conceptuel du site et du système de gestion des déchets doivent également être identifiés, et les justifications pour rejeter les interprétations alternatives doivent être discutées.

La représentation mathématique des modèles conceptuels nécessite habituellement des simplifications supplémentaires pour que les équations puissent être solutionnées. D'autres simplifications et hypothèses pourraient être nécessaires pour structurer les équations mathématiques afin de pouvoir les résoudre en fonction des conditions définies par chaque scénario. Parmi ces simplifications éventuelles, mentionnons les hypothèses concernant l'homogénéité des caractéristiques du site, l'adoption de conditions fixes aux frontières, l'imposition de conditions en régime permanent et d'hypothèses concernant les modes de vie futurs. On doit, dans l'évaluation, discuter de toutes les simplifications et hypothèses.

La nécessité de simplifier les processus et les conditions compris dans un modèle d'évaluation peut imposer certaines restrictions sur ce qui peut être modélisé par ce modèle. L'ensemble des hypothèses et des limitations qui s'accumulent durant l'élaboration des modèles conceptuels, mathématiques et informatiques, doit être intrinsèquement cohérent. Cela signifie qu'on ne doit pas retenir d'hypothèses ou de limitations contradictoires ou s'excluant mutuellement. Les données d'entrée du modèle d'évaluation qui définissent les scénarios à analyser doivent être conformes au modèle conceptuel du site, aux limitations des outils d'analyse et aux restrictions imposées par les hypothèses et simplifications sur lesquelles chaque scénario est basé.

7.6.2 Confiance dans les outils de calcul

Les outils de calcul utilisés pour résoudre les équations dans le modèle d'évaluation peuvent aller de logiciels commerciaux à des programmes informatiques mis au point spécifiquement pour l'évaluation. Tous les logiciels utilisés dans une évaluation doivent être conformes aux normes d'assurance de la qualité (AQ) reconnues. C'est habituellement le cas des logiciels commerciaux, mis au point pour le marché en fonction des normes d'assurance de la qualité. Les logiciels développés spécifiquement pour l'évaluation doivent l'être conformément à une norme acceptable d'assurance de la qualité.

Certains modèles d'évaluation ont recours à des outils génériques, par exemple des chiffriers ou des logiciels commerciaux utilisant les différences finies ou les éléments finis. Le distributeur du logiciel devrait disposer de la documentation sur l'assurance de la qualité de ces outils au cours de leur développement. Toutefois, les équations utilisées pour construire le modèle à l'aide de ces outils génériques doivent également faire l'objet de protocoles d'assurance de la qualité. Sinon, il faut justifier l'utilisation des équations pour cette évaluation en particulier.

La calibration des modèles informatiques, ainsi que la vérification et la validation des logiciels sont les principaux processus de l'assurance de la qualité des logiciels. L'étalonnage suppose l'ajustement des paramètres variables à l'intérieur des équations mathématiques afin de réduire au minimum les différences entre la réponse calculée et la réponse mesurée du système en connaissant au préalable cette dernière.

La vérification assure que le programme fonctionne de la façon prévue et conformément à sa conception (c.-à-d. que les équations mathématiques du modèle informatique sont résolues correctement). On peut le vérifier à l'aide de problèmes de référence spécifiques pour le type de modèle. Tous les logiciels utilisés dans les évaluations à long terme doivent être vérifiés.

La validation vise à s'assurer que les équations mathématiques du modèle informatique simulent avec une exactitude raisonnable les processus et les conditions qu'ils sont censés représenter.

Les données qui sont utilisées pour étalonner un modèle ne peuvent pas être utilisées par la suite pour le valider.

7.6.3 Confiance dans les modèles d'évaluation

La confiance dans les outils de calcul en soi ne suffit généralement pas pour satisfaire à la réglementation. Le modèle d'évaluation doit démontrer qu'il fait appel à ces outils correctement et à l'intérieur de leur limite, et les données d'entrée pour le modèle doivent être vérifiées conformément à une norme d'AQ acceptable, dans la mesure du possible en fonction de la rigueur de l'évaluation. Les données d'entrée, les scénarios analysés et les prévisions résultantes doivent tous être conformes aux hypothèses et aux limites du modèle d'évaluation. En outre, le modèle d'évaluation dans son ensemble (scénario, modèle conceptuel, données d'entrée et modèle mathématique) doit être validé dans la mesure du possible.

La nécessité d'évaluer les incertitudes du modèle d'évaluation par des analyses de sensibilité déterministes ou par des calculs probabilistes est déterminée par le niveau de confiance requis dans les résultats du modèle. Le niveau de confiance acceptable est déterminé par l'objectif de l'évaluation, le facteur de sûreté compris dans les critères d'acceptation pour les indicateurs de sûreté et par l'importance des résultats du modèle d'évaluation pour le dossier de sûreté.

Même si les modèles de processus ou de phénomènes particuliers peuvent parfois être validés par des expériences et des prédictions à l'aveuglette, les prédictions à long terme données par les modèles d'évaluation ne peuvent être confirmées. De la même façon, une correspondance parfaite entre les données mesurées à partir d'une expérience et les prédictions à l'aveuglette ne garantit pas que le modèle permettra d'établir de bonnes prédictions aux fins de l'évaluation du rendement, puisque des processus différents peuvent prévaloir, en matière de rendement et de sûreté, sur diverses échelles de temps et d'espace et dans des conditions différentes. Les échelles de temps et d'espace de toute expérience, de même que les autres conditions d'essai, seront probablement différentes des échelles ou conditions pour lesquelles on effectue des calculs d'évaluation du rendement à long terme. De plus, l'expérience dans les projets internationaux d'essais de modélisation informatique prouve que, en raison de la complexité et de la variabilité spatiale de l'environnement naturel, on ne peut généralement parvenir à une description ou à un modèle non ambigu d'un système.

Par conséquent, le processus d'évaluation du modèle doit se concentrer sur l'identification et la compréhension des grands processus physiques, chimiques et biologiques importants pour la sûreté à diverses échelles de temps et d'espace pertinentes pour l'évaluation. Les modèles détaillés complexes des processus peuvent servir à savoir si ces processus ont une influence suffisante pour les inclure dans le modèle d'évaluation à long terme ou si on peut les ignorer sans nuire à la fiabilité des prévisions.

Dans l'évaluation du modèle, on doit inclure des analyses de sensibilité paramétriques pour savoir si les résultats du modèle réagissent comme prévu aux variations dans les valeurs des données d'entrée. L'évaluation du modèle doit également comprendre une analyse de l'incertitude et de l'importance relative dans le but d'établir quels sont les paramètres qui régissent la variabilité des résultats du modèle. Ces analyses devraient pouvoir illustrer dans quelle mesure le modèle reproduit ce que l'on sait et comprend des processus et mécanismes simulés. Il faudrait démontrer que les résultats de ces analyses sont conformes aux limites et restrictions dans les hypothèses du modèle d'évaluation.

Un contrôle utile, en ce qui a trait aux résultats du modèle, est d'établir le bilan de masse des contaminants. Les écarts dans le bilan de masse devraient être explicables, par exemple, si on

décide de ne supposer aucune décroissance ou de présumer une concentration de source constante pour demeurer dans la limite du conservatisme.

Ni les études de sensibilité ni les analyses des incertitudes des modèles déterministes ou probabilistes ne peuvent tenir compte des incertitudes du modèle conceptuel sous-jacent, ou des incertitudes résultant des limites du modèle mathématique utilisé pour décrire les processus. Une enquête sur ces incertitudes nécessiterait l'utilisation de modèles mathématiques et informatiques différents fondés sur d'autres modèles conceptuels.

La confiance dans le modèle d'évaluation peut être améliorée grâce aux activités suivantes (sans toutefois s'y limiter) :

1. effectuer des prédictions indépendantes reposant sur des stratégies d'évaluation et des outils informatiques totalement différents;
2. faire la démonstration de l'uniformité entre les résultats du modèle d'évaluation à long terme et les évaluations d'établissement de la portée et limitatives;
3. appliquer le modèle d'évaluation à un analogue du système de gestion des déchets;
4. effectuer une étude comparative du modèle avec des exercices de référence;
5. l'examen scientifique par les pairs grâce à des publications non classifiées; et
6. la diffusion générale dans les collectivités scientifiques et techniques.

8. Interprétation des résultats

Lors de l'interprétation des résultats de l'évaluation, le demandeur doit démontrer qu'il connaît les principes scientifiques et techniques sous-jacents qui régissent les résultats de l'évaluation. L'interprétation doit comprendre l'évaluation de la conformité avec les critères d'acceptation et l'analyse des incertitudes associées à l'évaluation.

Il faudrait également analyser les résultats du modèle d'évaluation pour faire ressortir leur conformité aux attentes en matière de rendement du système et à l'ensemble complet des hypothèses et simplifications retenues pour élaborer les modèles et scénarios. Tout écart ou tout résultat d'évaluation imprévu devrait être analysé et expliqué.

8.1 Comparaison des résultats d'évaluation avec les critères d'acceptation

L'analyse de la comparaison des résultats de l'évaluation avec les critères d'acceptation afin d'obtenir une assurance raisonnable relative à la sûreté future doit inclure une discussion sur le conservatisme des résultats du modèle et le conservatisme des critères d'acceptation des indicateurs de sûreté.

Bien que dans la plupart des cas, les critères d'acceptation soient présentés sous la forme d'une valeur unique, les résultats des évaluations déterministes et probabilistes sont associés à une incertitude. On s'attend à ce que la comparaison entre les résultats d'évaluation et les critères d'acceptation tiennent compte explicitement de l'incertitude dans les résultats d'évaluation, comme suit :

1. Dans le cas des évaluations déterministes, on s'attend à ce que la plage des incertitudes dans les résultats calculés, telle que déterminée par une analyse de sensibilité (ou une analyse d'importance) soit comprise explicitement dans la comparaison; et

2. Dans le cas des évaluations probabilistes, la probabilité que le critère d'acceptation soit dépassé devrait être déterminée à partir de la distribution des résultats calculés, si le critère est présenté sous la forme d'une valeur unique de conséquence.

L'analyse des incertitudes est examinée en détail à la section 8.2, « Analyse des incertitudes ».

Dans le cas des résultats d'évaluation qui sont de beaucoup inférieurs aux critères d'acceptation, le fait de tenir compte des incertitudes et du conservatisme dans l'interprétation peut permettre d'avoir une confiance accrue qu'il est improbable en réalité que les critères d'acceptation soient dépassés et qu'il n'y aura donc aucun impact.

Si la plage de résultats d'évaluation obtenus pour l'analyse des incertitudes déterministes ou pour la distribution des résultats probabilistes montre qu'une partie des résultats dépasse les critères d'acceptation, le demandeur doit démontrer que ces résultats ne présenteront pas de risque déraisonnable pour l'environnement, ou pour la santé ou la sécurité des personnes, compte tenu du conservatisme inhérent aux calculs de l'évaluation et de la probabilité que surviennent des circonstances menant à ces résultats.

8.2 Analyse des incertitudes

Il faudrait mener une analyse formelle d'incertitude des prévisions pour faire ressortir les sources d'incertitude. Cette analyse doit permettre de distinguer les incertitudes attribuables aux éléments suivants :

1. données d'entrée;
2. hypothèses des scénarios;
3. aspects mathématiques du modèle d'évaluation; et
4. modèles conceptuels.

Annexe A – Principes de gestion des déchets radioactifs

A.1 Objet

Ces principes ont pour objectif de préconiser :

- la prise de mesures voulues en matière de gestion des déchets radioactifs pour
  - préserver la santé et la sécurité des personnes et protéger l'environnement
  - maintenir la sécurité nationale
  - assurer le respect des mesures de contrôle et des obligations internationales auxquelles le Canada a souscrit
- l'adoption de normes et de pratiques nationales et internationales cohérentes en matière de gestion et de contrôle des déchets radioactifs

A.2 Portée

Ces principes décrivent la philosophie à la base de l'approche de la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN) pour réglementer la gestion des déchets radioactifs. Elle énonce aussi les principes sur lesquels la CCSN s'appuie pour prendre des décisions d'ordre réglementaire qui concernent la gestion des déchets radioactifs. Ces principes s'appliquent à toutes les étapes et pratiques et à tous les aspects de la gestion des déchets, notamment la production, la manutention, le traitement, le rejet contrôlé, le stockage, l'évacuation et l'abandon des déchets radioactifs.

Les principes reflètent également l'engagement pris par la CCSN en vue de consulter les organismes provinciaux, nationaux et internationaux et de collaborer avec eux afin d'harmoniser la réglementation de la gestion des déchets radioactifs au Canada.

A.3 Définition

Le terme « déchet radioactif » désigne toute matière (liquide, gazeuse ou solide) qui contient une « substance nucléaire » radioactive, au sens que lui donne l'article 2 de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* (LSRN), et que le propriétaire qualifie de déchet. En plus des substances nucléaires, les déchets radioactifs peuvent aussi contenir des « substances dangereuses » non radioactives au sens donné à l'article 1 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*.

A.4 Contexte

La CCSN réglemente l'utilisation de l'énergie et des matières nucléaires afin de préserver la santé et la sécurité des personnes, de protéger l'environnement, de maintenir la sécurité nationale et d'assurer le respect des engagements internationaux du Canada à l'égard de l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. En vertu de l'article 26 de la LSRN, sauf sous réserve d'exemptions autorisées par règlement, il est interdit d'avoir en sa possession, de transférer, d'importer, d'exporter, d'utiliser, d'abandonner, de produire, de raffiner, de convertir, d'enrichir, de traiter, de retraiter, d'emballer, de transporter, de gérer, de stocker provisoirement ou en permanence ou d'évacuer une substance nucléaire ou de procéder à l'extraction minière de substances nucléaires, sauf en conformité avec un permis délivré par la CCSN.

Comme tous les déchets radioactifs contiennent des substances nucléaires, les déchets radioactifs sont assujettis à la LSRN et ses règlements. Dit de façon explicite, les exclusions, interdictions, exigences, exemptions et limitations imposées par la LSRN, le *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, le *Règlement sur la radioprotection*, le *Règlement sur les installations nucléaires de catégorie I*, le *Règlement sur les installations nucléaires et l'équipement réglementé de catégorie II*, le *Règlement sur les mines et les usines de concentration d'uranium*, le *Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement*, le *Règlement sur l'emballage et le transport des substances*

nucléaires, le *Règlement sur la sécurité nucléaire* et le *Règlement sur le contrôle de l'importation et de l'exportation aux fins de la non-prolifération nucléaire* s'appliquent aux déchets radioactifs.

Les activités autorisées produisent différents types de déchets radioactifs, comme les résidus de traitement de l'uranium, les isotopes médicaux utilisés, le combustible usé et le matériel de nettoyage contaminé par de faibles niveaux de substances nucléaires. Les différents types de déchets présentent chacun leur propre niveau de danger. Comme toutes les substances nucléaires associées aux activités autorisées finiront par devenir des déchets, il faut tenir compte de la gestion sûre de ces déchets à long terme dans le processus d'examen de toute activité autorisée.

A.5 Énoncé de politique

Lorsqu'elle prend des décisions d'ordre réglementaire qui concernent la gestion des déchets radioactifs, la Commission canadienne de sûreté nucléaire a pour politique d'examiner la mesure dans laquelle les propriétaires des déchets ont tenu compte des principes suivants :

a) La production de déchets radioactifs est réduite le plus possible par la mise en œuvre de mesures de conception, de procédures d'exploitation et de pratiques de déclassement;
b) Les déchets radioactifs sont gérés en fonction des risques de nature radiologique, chimique et biologique pour la santé et la sécurité des personnes, pour l'environnement et pour la sécurité nationale;
c) L'évaluation des incidences futures des déchets radioactifs sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement comprend la période pendant laquelle les impacts seront maximaux;
d) Les incidences prévues de la gestion des déchets radioactifs sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement ne sont pas supérieures à celles qui sont tolérées au Canada au moment de la décision d'ordre réglementaire;
e) Les mesures nécessaires pour protéger les générations actuelles et futures contre des risques déraisonnables associés aux dangers des déchets radioactifs sont élaborées, financées et appliquées dès que possible sur le plan pratique;
f) Les effets que pourrait avoir la gestion des déchets radioactifs au Canada sur la santé et la sécurité des personnes et sur l'environnement au-delà des frontières canadiennes ne sont pas supérieurs aux effets ressentis au Canada.

La CCSN a également pour principe de consulter les organismes provinciaux, nationaux et internationaux et de collaborer avec eux afin de :

g) favoriser une réglementation harmonisée et des normes nationales et internationales cohérentes en matière de gestion des déchets radioactifs;
h) assurer le respect des mesures de contrôle et des obligations internationales auxquelles le Canada a souscrit à l'égard des déchets radioactifs.

Annexe B – Classification des déchets radioactifs, exemption, libération et entreposage aux fins de désintégration

Remarque : Cette annexe est de nature informative et n'est pas une partie obligatoire du présent document d'application de la réglementation. Son contenu a été tiré de la norme CSA N292.0-14, *Principes généraux pour la gestion des déchets radioactifs et du combustible irradié*.

B.1 Généralités

B.1.1 Méthodes de caractérisation des déchets

Les méthodes de caractérisation des déchets présentées dans cette annexe sont des méthodes générales pour les organismes de gestion des déchets. Pour une description plus détaillée des méthodes présentées ici, voir le document intitulé *Management of Low-Level Radioactive Waste Produced on an Ongoing Basis: The Characterization of Radioactive Waste for Disposal* du BGDRFA.

B.1.2 Système de classification – Objet

Un système de classification radiologique regroupe les déchets radioactifs en classes de manière à préciser les besoins relatifs à la gestion sécuritaire des différents types de déchets. La classification facilite :

a) la conception des stratégies de gestion des déchets ;
b) la planification, la conception et l'exploitation d'installations de gestion de déchets ainsi que la délivrance des permis connexes ;
c) la détection des dangers associés à un type de déchets particulier ;
d) la détermination du type et du niveau de radioprotection nécessaire pour un type de déchets particulier et la sélection du processus de gestion pertinent ; et
e) les communications entre les producteurs de déchets, les organismes de réglementation et les autres parties intéressées en fournissant un cadre de travail commun.

B.1.3 Système de classification des déchets

Le système de classification des déchets radioactifs comprend quatre principales classes de déchets radioactifs :

a) les déchets radioactifs de faible activité;
b) les déchets radioactifs de moyenne activité ;
c) les déchets radioactifs à activité élevée ; et
d) les résidus de mines et d'usines de préparation d'uranium.

Remarque : Les classes de déchets sont définies aux articles B.4 à B.7.

Des sous-classes de déchets de faible activité sont également établies afin de fournir plus de renseignements sur les besoins en matière de gestion des déchets.

B.2 Exemption et libération

Deux processus peuvent être utilisés pour déterminer si une pratique de gestion d'une substance nucléaire radioactive ou de matières contenant ou susceptibles de contenir des substances nucléaires est assujettie à un contrôle réglementaire. Ces processus sont :

a) l'exemption ; et
b) la libération.

Le processus d'exemption est utilisé pour déterminer si un permis est initialement requis pour une pratique et le processus de libération est utilisé pour déterminer si une matière peut être affranchie ou enlevée d'une pratique autorisée (c.-à-d. si un permis est encore requis pour la gestion de cette matière).

Voir la CSA N292.5 pour plus de renseignements sur les processus d'exemption et de libération.

Remarques :
1) Le terme « gestion » comprend la possession, le transfert, l'importation, l'exportation, l'utilisation, l'extraction, la production, l'affinage, la conversion, l'enrichissement, la transformation, la retransformation, la gestion, l'entreposage, l'abandon et le stockage définitif.
2) Les matières répondant aux conditions d'exemption ou de libération peuvent être tout de même assujetties à d'autres contrôles réglementaires [p.ex. au *Règlement sur le transport des marchandises dangereuses* (DORS/2001-286) ou au *Règlement sur l'emballage et le transport des substances nucléaires* (DORS/2000- 208)].

B.3 Entreposage aux fins de désintégration

B.3.1

L'entreposage aux fins de désintégration devrait permettre que la manutention et la séparation des déchets dangereux ou mixtes soient sécuritaires et atténuer la production des gaz, le cas échéant.

Remarques :
1) L'entreposage aux fins de désintégration est utilisé pour réduire l'activité et le débit de dose des déchets radioactifs.
2) L'entreposage aux fins de désintégration peut viser à réduire les doses pour les travailleurs qui manipulent les déchets ou à réduire les exigences relatives à l'emballage des déchets.
3) L'entreposage aux fins de désintégration peut viser à permettre une désintégration suffisante pour que les déchets soient affranchis de l'obligation d'un permis, conformément aux exigences de l'autorité compétente.

B.3.2

Les périodes d'entreposage aux fins de désintégration visant à réduire les activités pour permettre de classer les déchets comme des déchets non radioactifs devraient tenir compte non seulement des radionucléides principaux, mais également des impuretés radioactives et de la possibilité que les déchets contiennent des radionucléides inconnus (qui peuvent être inférés si la méthode de production des radionucléides est bien comprise).

Remarque : De simples règles, comme le contrôle des déchets pour veiller à ce qu'ils ne dépassent pas les seuils normaux après leur désintégration pendant dix demi-vies, peuvent ne pas s'avérer suffisantes pour s'assurer de la conformité aux exigences de l'autorité compétente. Si les déchets peuvent être documentés aux fins de classification en tant que déchets non radioactifs après un entreposage aux fins de désintégration suffisamment long, les étiquettes des déchets doivent être enlevées ou altérées.

B.4 Système de classification – Organisation

B.4.1 Généralités

La sûreté est la principale considération dans la définition des classes de déchets. La méthode de classification ne vise pas à remplacer (et ne peut remplacer) l'évaluation de sûreté particulière requise pour une pratique ou une installation de gestion des déchets.

Le système de classification est organisé en fonction des niveaux de confinement et d'isolement nécessaires pour garantir la sûreté à court et à long terme. La classification tient également compte du potentiel de danger associé aux différents types de déchets radioactifs. Il en résulte une méthode graduelle d'atteinte de la sûreté. En effet, la classification des déchets est fondée sur les caractéristiques de la pratique ou de la source et tient compte de l'ampleur et de la probabilité d'exposition. Les critères qui déterminent à quelle classe un déchet appartient dépendront de la situation particulière relativement à la nature des déchets et des options de stockage définitif disponibles ou considérées.

B.4.2 Paramètres de classification

Les propriétés radiologiques suivantes sont des caractéristiques importantes des déchets radioactifs qui peuvent être utilisées comme paramètres de classification des déchets :

a) la demi-vie des radionucléides ;
b) la production de chaleur ;
c) l'intensité du rayonnement pénétrant ;
d) la concentration d'activité des radionucléides ;
e) les facteurs de dose de radionucléides pertinents ; et
f) les produits de désintégration.

B.5 Déchets radioactifs de faible activité

B.5.1 Généralités

Les déchets radioactifs de faible activité (DRFA) contiennent des matières dont la teneur en radionucléides est supérieure aux niveaux de libération et aux quantités d'exemption établies, mais présentent généralement des niveaux limités d'activité à longue période. Aux fins d'orientation uniquement, une limite de 400 Bq/g en moyenne (et de jusqu'à 4000 Bq/g pour chaque colis individuel) pour les radionucléides émetteurs de particules alpha à longue période peut être prise en compte dans le processus de classification. Dans le cas des radionucléides émetteurs de particules bêta ou gamma à longue période, tels que les 14C, 36Cl, 63Ni, 93Zr, 94Nb, 99Tc et 129I, les concentrations d'activité moyennes admissibles peuvent être considérablement plus élevées (dans les dizaines de kBq/g) et être propres à un site ou à une installation de stockage définitif. Cependant, la classification détaillée devrait être effectuée à l'aide des caractéristiques précisées à l'article C.3. Les DRFA doivent faire l'objet de mesures d'isolement et de confinement pour des durées pouvant s'étendre sur quelques centaines d'années. Les DRFA ne requièrent généralement pas de mesures significatives de blindage durant les travaux de manutention et d'entreposage provisoire.

Remarque : La quantité d'exemption correspond à la quantité de substances nucléaires radioactives telle que précisée dans la section 1 du *Règlement sur les substances nucléaires et les appareils à rayonnement*.

B.5.2 Déchets radioactifs de faible activité à très courte période

Les déchets radioactifs de faible activité à très courte période (DRFATCP) sont des déchets qui peuvent être entreposés pour une période de désintégration ne dépassant pas quelques années (deux ans en général), puis libérés aux fins de rejet. Les DRFATCP incluent les déchets radioactifs qui ne renferment

que des radionucléides à demi-vie courte généralement utilisés aux fins de recherche et d'activités biomédicales. Les exemples de tels déchets radioactifs comprennent les sources d'iridium 192 et de technétium 99m ainsi que les déchets radioactifs qui contiennent des radionucléides à demi-vie courte similaires issus d'applications industrielles ou médicales.

Le principal critère s'appliquant aux DRFATCP est la demi-vie des radionucléides prédominants. De façon générale, les méthodes de gestion des déchets radioactifs de faible activité à très courte période ne devraient viser que les radionucléides dont la demi-vie ne dépasse pas 100 jours.

B.5.3 Déchets radioactifs de très faible activité

Les déchets radioactifs de très faible activité (DRTFA) présentent un potentiel de danger faible, mais tout de même supérieur aux critères d'exemption. Les installations de gestion à long terme des DRTFA ne requièrent pas un niveau élevé de confinement ou d'isolement, et le recours à des dépôts de faible profondeur soumis à un contrôle réglementaire limité est généralement convenable. Les DRTFA les plus courants comprennent les matières en vrac telles que les sols et les débris de faible activité ainsi que certains déchets d'uranium.

B.6 Déchets radioactifs de moyenne activité

B.6.1 Généralités

Les déchets radioactifs de moyenne activité (DRMA) présentent généralement des niveaux de rayonnement pénétrant suffisants pour nécessiter un blindage durant les travaux de manutention et d'entreposage provisoire. Il est impossible de fixer une frontière précise entre les DRFA et les DRMA puisque les limites d'activité acceptable sont fonction des radionucléides ou des groupes de radionucléides. Aux fins d'orientation uniquement, un débit de dose au contact de 2 mSv/h et une puissance thermique inférieure à 2 kW/m^3 peuvent être utilisés dans certains cas afin de distinguer les déchets radioactifs de faible activité des déchets radioactifs de moyenne activité. Cependant, la classification détaillée devrait être effectuée à l'aide des caractéristiques précisées à l'article C.3. Les DRMA ne requièrent habituellement que peu ou pas de mesures de dissipation de la chaleur au cours de leur manutention, de leur transport et de leur gestion à long terme.

Cependant, étant donné le niveau d'activité totale de ces déchets, on doit tenir compte des conséquences d'éventuels dégagements calorifiques à court terme.

Comme ils contiennent des radionucléides à longue période, les DRMA doivent généralement faire l'objet de mesures de confinement et d'isolement plus rigoureuses que ce que les dépôts de faible profondeur peuvent assurer.

B.6.2 Identification

Les DRMA contiennent généralement des concentrations de radionucléides à longue période qui doivent faire l'objet de mesures d'isolement et de confinement pour des durées supérieures à plusieurs centaines d'années (c.-à-d. plus de 300 à 500 ans). Les DRMA comprennent des déchets radioactifs alpha (c.-à-d., les déchets qui contiennent un ou plusieurs radionucléides émetteurs de particules alpha, habituellement des actinides) en quantités supérieures aux niveaux jugés acceptables pour les dépôts de faible profondeur. Les DRMA comprennent également des déchets qui présentent des niveaux de rayonnement pénétrant suffisants pour nécessiter un blindage durant les travaux de manutention et d'entreposage provisoire.

Les DRMA sont parfois répartis en deux sous-classes, soit les déchets principalement à courte période et les déchets principalement à longue période, selon la quantité de radionucléides de chaque catégorie qu'ils contiennent.

B.7 Déchets radioactifs à activité élevée

Les déchets radioactifs à activité élevée (DRAE) sont constitués de combustible nucléaire usé (c.-à-d. irradié) déclaré comme déchet radioactif ou de déchets qui dégagent une quantité importante de chaleur (généralement supérieure à 2 kW/m^3) par désintégration radioactive. Habituellement, les DRAE ont des niveaux de concentration d'activité de 10^4 à 10^6 TBq/m^3. Cependant, la classification détaillée devrait être effectuée à l'aide des caractéristiques précisées à l'article C.3.

Le combustible nucléaire usé est associé au rayonnement pénétrant, ce qui signifie qu'un blindage est requis. Le combustible nucléaire usé contient également d'importantes quantités de radionucléides à longue période, ce qui nécessite des mesures d'isolement à long terme. Les formes de déchets constituées de combustible nucléaire usé (p. ex. les déchets de retransformation du combustible nucléaire) peuvent aussi présenter des caractéristiques semblables et sont donc considérées comme des DRAE.

L'entreposage dans des formations géologiques profondes stables est recommandé en vue de la gestion à long terme des DRAE.

Remarque : L'entreposage à sec provisoire du combustible nucléaire usé fait l'objet de la CSA N292.2.

B.8 Résidus de mines et d'usines de préparation d'uranium

Les résidus de mines et d'usines de préparation d'uranium représentent un type particulier de déchets radioactifs résultant des activités d'extraction et de préparation du minerai d'uranium et de la production de concentrés d'uranium. Outre ces résidus, les activités d'extraction entraînent généralement la production de grandes quantités de roches stériles, car on doit creuser des galeries pour accéder au corps de minerai. Ces déchets présentent une activité à longue période qui ne décroît pas de manière significative sur de longues durées. En général, la gestion à long terme dans des installations de faible profondeur adjacentes à des mines et à des usines de préparation constitue la seule option pratique pour la gestion de ce type de déchets en raison de l'importance des volumes produits durant les activités d'extraction et de préparation.

Les résidus de mines et d'usines de préparation d'uranium ne sont pas visés par cette norme.

Annexe C – Méthodes de caractérisation des déchets

Remarque : Cette annexe est de nature informative et n'est pas une partie obligatoire du présent document d'application de la réglementation. Son contenu a été tiré de la norme CSA N292.0-14, *Principes généraux pour la gestion des déchets radioactifs et du combustible irradié*.

C.1 Généralités

C.1.1 Méthodes de caractérisation des déchets

Les méthodes de caractérisation des déchets présentées dans cette annexe sont des méthodes générales pour les organismes de gestion des déchets. Pour une description plus détaillée des méthodes présentées ici, voir le document intitulé *Management of Low-Level Radioactive Waste Produced on an Ongoing Basis: The Characterization of Radioactive Waste for Disposal* du BGDRFA.

C.1.2 Paramètres de classification

Les caractéristiques importantes suivantes des déchets radioactifs peuvent être utilisées comme paramètres de classification des déchets :

a) l'origine ;

b) la criticité ;

c) les propriétés chimiques, y compris :

   i. la composition chimique ;
   ii. la solubilité et les chélateurs ;
   iii. les risques chimiques potentiels ;
   iv. la résistance à la corrosion/la corrosivité ;
   v. le contenu organique ;
   vi. la combustibilité et l'inflammabilité ;
   vii. la réactivité chimique et le potentiel de renflement ;
   viii. la production de gaz ;
   ix. la sorption des radionucléides ; et
   x. la présence d'agents complexants ;

d) les propriétés physiques, y compris :

   i. l'état physique (solide, liquide ou gazeux) ;
   ii. la taille et le poids ;
   iii. la compactibilité ;
   iv. la dispersabilité ;
   v. la volatilité ;
   vi. la miscibilité ; et
   vii. la teneur en liquides libres ;

e) les propriétés biologiques, y compris :

   i. les biorisques potentiels ; et
   ii. la bioaccumulation ;

f) les propriétés radiologiques, y compris :

i. les demi-vies des radionucléides ;
ii. la production de chaleur ;
iii. l'intensité du rayonnement pénétrant ;
iv. la concentration d'activité des radionucléides ;
v. la contamination de surface ;
vi. les facteurs de dose de radionucléides pertinents ; et
vii. les produits de désintégration ; et

g) d'autres facteurs, y compris :

i. le volume ;
ii. la quantité produite par unité temporelle ; et
iii. la distribution physique.

C.2 Caractérisation des propriétés physiques

C.2.1 Généralités

C.2.1.1 Propriétés physiques

Les propriétés physiques comprennent :

a) les caractéristiques physiques des déchets ;
b) la description générale du type de déchets ; et
c) l'identification des éléments qui composent les déchets.

C.2.1.2 Méthodes de caractérisation

Les méthodes de caractérisation des propriétés physiques comprennent

a) des techniques non destructives, telles que l'examen visuel de l'extérieur du conteneur ou l'utilisation de technique de radiographie ; et
b) des techniques destructives qui nécessitent l'ouverture du conteneur et le retrait d'une partie ou de la totalité de son contenu aux fins d'examen et de mesure.

C.2.2 Méthodes non destructives

C.2.2.1 Caractéristiques physiques

On peut déterminer la densité des déchets en mesurant le poids et le volume des colis de déchets. Une densité supérieure à la normale peut indiquer la présence de matières inhabituelles dans les déchets, tandis qu'une faible densité peut révéler l'existence de vides ou le fait que le conteneur n'a été rempli que partiellement. Le poids des colis peut également être utile à la mise en application de facteurs d'échelle, c'est-à-dire que l'activité d'un colis de déchets peut être proportionnelle à son poids.

C.2.2.2 Examen visuel

Dans les cas où les conteneurs sont transparents (p. ex. sacs de plastique transparents), on peut procéder à un examen visuel du contenu des déchets afin de confirmer qu'aucun objet (p. ex. objets tranchants non protégés) ou substance (p. ex. liquides libres) interdit ne s'y trouve.

La surface extérieure des colis de déchets peut être soumise à un examen visuel visant à repérer tous les dommages, marques et fuites de liquides que présentent les conteneurs, que ce soit sous forme de corrosion, de déformation, d'usure par frottement, de fissures, de perforations ou de déchirures.

C.2.2.3 Examen sonore

On peut procéder à un examen sonore afin de déterminer si un colis de déchets renferme une quantité importante de liquides libres. Le cas échéant, balancer le colis de l'avant vers l'arrière produira un bruit de ballottement correspondant au son que font les liquides à l'intérieur du conteneur.

C.2.2.4 Examen radiographique

On peut procéder à un examen radiographique afin d'examiner le contenu des conteneurs opaques et d'y repérer des substances interdites (p. ex. liquides libres) ou des objets qui en dissimulent d'autres (p. ex. petits châteaux de transport en plomb). Ces techniques peuvent faire appel à la radiographie sur pellicule ou électronique, y compris la radiographie en temps réel, la radiographie numérique et la tomographie assistée par ordinateur.

C.2.3 Méthodes destructives

C.2.3.1 Examen visuel

On peut procéder à l'examen visuel du contenu du colis de déchets en ouvrant le conteneur et en en retirant le contenu. Un tel examen est habituellement effectué dans un environnement contrôlé (p. ex. sous un couvercle d'aspiration ou une hotte, à l'intérieur d'une boîte à gants ou d'une cellule blindée) afin de protéger la santé et la sécurité des travailleurs.

C.2.3.2 Essais de perforation visant les liquides libres

On peut vérifier les conteneurs afin d'y détecter la présence de liquides libres en perforant le dessous du conteneur, en recueillant les liquides qui s'en échappent et en en mesurant la quantité.

C.3 Caractérisation des propriétés radiologiques

C.3.1 Généralités

L'identification des radionucléides, de même que l'estimation ou la mesure de leur activité à l'intérieur des déchets placés en dépôt, sont des activités importantes pour la sûreté d'une installation.

C.3.2 Méthodes de caractérisation non destructives

C.3.2.1 Inférence

C.3.2.1.1 Généralités

L'inférence est un processus qui consiste à s'appuyer sur des renseignements connus à propos de la production d'un déchet ou d'un flux de déchets particulier pour inférer certaines propriétés qu'on ne connaît pas directement. L'identification des flux de déchets constitue une partie essentielle de la méthode d'inférence. L'exploitant d'une installation peut recourir à l'inférence à condition :

a) qu'il utilise une méthode adéquate d'inférence des stocks de déchets ; et
b) qu'une méthode de rechange validée puisse être utilisée pour confirmer les stocks inférés (p. ex. par analyse radiochimique).

C.3.2.1.2 Méthodes

Les quatre principales méthodes d'inférence présentées aux articles C.3.2.1.3 à C.3.2.1.6 peuvent être employées seules ou en combinaison afin d'inférer les propriétés des déchets.

C.3.2.1.3 Connaissance de la source

Si on connaît la source des déchets, on peut disposer de suffisamment de renseignements pour déterminer certaines des propriétés de ces déchets. Par exemple, si on sait que les déchets ont été en contact avec le fluide de refroidissement d'un réacteur primaire, on peut s'attendre à ce qu'ils aient été contaminés par des produits de fission et d'activation.

C.3.2.1.4 Connaissance du processus

Cette méthode permet d'obtenir une estimation raisonnable de certaines des propriétés des déchets. Cette méthode s'appuie sur une compréhension approfondie :
a) des matières qui entrent dans le déroulement du processus ;
b) du fonctionnement du processus ; et
c) de la façon dont les déchets ont été produits.

La méthode de la connaissance du processus peut supposer l'établissement de schémas de production dans le cadre de l'élaboration du processus, un exercice qui s'appuie sur les résultats des travaux de recherche et développement et des analogues relatifs aux processus déjà en vigueur.

C.3.2.1.5 Bilan matière

Cette méthode de tenue des dossiers s'appuie sur la différence entre la quantité de matières qui entre dans le déroulement d'un processus et celle qui se retrouve dans le produit fini, compte tenu des quantités consommées ou converties et qui sont demeurées sur les surfaces de l'appareillage du processus. Cette méthode est souvent utilisée par les producteurs de déchets industriels (p. ex. les producteurs d'isotopes).

C.3.2.1.6 Facteurs d'échelle

Cette méthode sert à estimer certains ou la totalité des stocks de radionucléides présents dans les colis de déchets d'un flux de déchets donné. Les stocks sont inférés à partir d'un contenu ou d'une concentration de radionucléides facile à mesurer, auquel on applique un facteur d'échelle qui établira une correspondance entre la valeur mesurée et la ou les valeurs inconnues. Le facteur d'échelle et sa variabilité sont initialement définis au moyen d'une analyse radiochimique effectuée sur des échantillons représentatifs du flux de déchets. Il existe trois types de facteurs d'échelle couramment employés qui se fondent sur le débit de dose, le poids et la spectrométrie gamma.

C.3.2.2 Mesures du rayonnement brut

Les mesures du rayonnement brut peuvent fournir des renseignements sur les débits de dose de rayonnement produits par les colis de déchets ainsi que des données relatives aux facteurs d'échelle décrits à l'article C.3.2.1.6. Les mesures initiales sont habituellement effectuées au moyen d'un moniteur portatif, mais des mesures plus exactes peuvent être obtenues à l'aide de moniteurs de cavités qui entourent une partie ou la totalité des colis de déchets de détecteurs solides et de blindage afin de réduire le rayonnement de fond qui pourrait interférer avec les mesures.

C.3.2.2 Mesures spécifiques des nucléides

C.3.2.3.1 Généralités

La spectrométrie, ou analyse spectroscopique, désigne un processus qui permet de mesurer le spectre et l'intensité du rayonnement émis par un déchet. Le rayonnement peut être composé de particules alpha, bêta ou gamma ou encore de neutrons, la spectrométrie gamma étant la plus courante.

C.3.2.3.2 Spectrométrie gamma

De façon générale, l'appareil de détection servant à la spectrométrie gamma est un détecteur solide en germanium haute pureté, accompagné d'un analyseur multicanaux et d'un ordinateur personnel. La configuration habituelle d'un tel appareillage rappelle celle d'un numériseur ou d'un moniteur à tambour ou à fût à l'intérieur duquel le colis de déchets effectue une rotation sur un plateau rotatif tandis qu'il est balayé par le détecteur. Des collimateurs peuvent être utilisés pour balayer le colis en segments verticaux à mesure que le colis effectue sa rotation. Ce processus est appelé « balayage segmenté ». Bon nombre de systèmes de détecteurs sont entièrement ou partiellement automatisés.

C.3.2.3.3 Spectrométrie alpha et bêta

La spectrométrie non destructive des particules alpha et bêta ne peut pas être réalisée de façon pratique à pied d'œuvre en raison du spectre limité de ces particules.

C.3.3 Méthodes de caractérisation destructives

C.3.3.1 Généralités

Les méthodes destructives consistent à ouvrir les conteneurs de déchets et à en perturber le contenu en prélevant des échantillons de déchets aux fins d'examen, d'essais et d'analyse radiochimique ou en vidant le conteneur afin d'en contrôler et d'en examiner visuellement le contenu.

C.3.3.2 Inspection du contenu des déchets

Les déchets radioactifs secs consistent en une vaste gamme de matières et d'objets qui compliquent l'échantillonnage. Une bonne partie de ces déchets ne présentent souvent que peu d'activité mesurable, et dans bien des cas, ce ne sont que quelques-uns des objets qui émettent la majeure partie de l'activité. En contrôlant et en examinant visuellement chacun des objets retirés du conteneur, on peut déterminer lesquels contribuent le plus à l'activité du conteneur. On peut ensuite isoler ces derniers afin de les soumettre à un examen et à des mesures effectuées au moyen, par exemple, de la spectrométrie gamma, dont la sensibilité s'améliore au retrait des objets les moins radioactifs.

C.3.3.3 Analyse radiochimique

C.3.3.3.1 Généralités

La caractérisation des déchets par analyse radiochimique consiste à prélever, habituellement à pied d'œuvre, des échantillons des déchets et à en analyser les composants radioactifs en laboratoire.

Diverses techniques d'analyse peuvent être utilisées pour déterminer les concentrations de radionucléides. Le choix de la technique dépend du type particulier de radionucléides en présence, de la sensibilité exigée des appareillages ainsi que d'autres facteurs qui peuvent être précisés par les critères d'acceptation des déchets. On ne recourt que modérément à l'analyse radiochimique parce :

a) qu'elle entraîne souvent des coûts élevés (elle est coûteuse en temps et exigeante en main-d'œuvre ou nécessite un coûteux appareillage, ou les deux) ; et
b) qu'elle peut entraîner une hausse du niveau d'exposition au rayonnement subie par le personnel chargé de l'échantillonnage et de l'analyse.

C.3.3.3.2 Échantillonnage

Le respect de l'exigence en vertu de laquelle les échantillons analysés doivent être représentatifs des déchets desquels ils sont prélevés est essentiel à l'exactitude des analyses radiochimiques. Ces échantillons, qui représentent généralement une très faible portion de la quantité totale de déchets, doivent être représentatifs de l'ensemble des déchets, ou de leur moyenne, dans les cas où ils ne sont pas mélangés de manière homogène. Il peut être nécessaire de recourir à des modes opératoires détaillés afin d'homogénéiser les déchets avant d'en prélever des échantillons. L'autre démarche, telle que présentée à l'article C.3.3.2, consiste à séparer des autres les objets les plus radioactifs, à les analyser, puis à estimer la valeur moyenne de l'activité de l'ensemble du colis de déchets de manière à déterminer la concentration moyenne de radionucléides.

C.3.3.3.3 Méthodes d'analyse

L'analyse des radionucléides émetteurs de particules gamma est relativement facile, mais l'analyse des radionucléides qui n'émettent pas de rayonnement gamma, ou qui n'émettent qu'un rayonnement gamma de faible énergie, a toujours été une tâche difficile.

En présence d'un mélange complexe de radionucléides, de longues opérations de séparation chimique doivent généralement être effectuées avant qu'on ne mesure les radionucléides. On procède de la sorte afin d'éliminer l'interférence provoquée par les autres radionucléides et de garantir l'identification et l'analyse quantitative exactes des radionucléides pertinents. L'élimination de l'interférence est particulièrement importante dans les cas où des radionucléides à courte période dissimulent des radionucléides à période plus longue.

C.3.3.3.4 Techniques de chimie par voie humide

Dans le cadre de nombreuses méthodes d'analyse, les échantillons doivent être placés dans une solution, ce qui peut nécessiter l'optimisation de techniques telles que la fusion, la digestion acide et l'extraction par solvants. D'autres techniques de chimie par voie humide doivent également être utilisées pour soumettre les radionucléides à des analyses spécifiques. Le contrôle du rendement énergétique est essentiel à la sélection d'une méthode adéquate.

C.3.3.3.5 Appareillage

L'appareillage pouvant être utilisé aux fins d'analyse radiochimique comprend notamment des appareils :

a) de spectrométrie gamma ;
b) de dénombrement à scintillation liquide (dénombrement des particules bêta) ;
c) de dénombrement des particules alpha ;
d) de spectrométrie alpha ;
e) d'analyse par activation neutronique ;
f) de spectrométrie de masse ;
g) de spectrométrie de masse anionique à émission thermique ;
h) de spectrométrie de masse par accélérateur ;
i) de chromatographie liquide à haute performance ;
j) de spectrométrie de masse à source à plasma inductif ; et
k) de dénombrement de neutrons.

C.4 Caractérisation des propriétés chimiques et biologiques

C.4.1 Généralités

Au chapitre des propriétés chimiques et biologiques des déchets radioactifs, la principale préoccupation consiste à déterminer si ces déchets contiennent, outre des matières radioactives, des produits chimiques ou biologiques non radioactifs dangereux. Si les déchets contiennent effectivement de tels produits, on les désigne généralement par le terme « déchets mixtes ». Contrairement aux composants radioactifs qui se désintègrent avec le temps, de nombreux produits chimiques dangereux ne subissent aucune désintégration et posent ainsi un risque perpétuel pour la santé (p. ex. métaux lourds, arsenic, amiante).

Une autre préoccupation réside dans le fait que certains produits chimiques, bien qu'ils ne soient pas considérés comme dangereux, peuvent avoir des répercussions négatives sur le rendement du dépôt. Les chélateurs et les agents complexants en sont des exemples, car ils peuvent mobiliser ou accélérer le taux de rejet des radionucléides et des métaux lourds provenant des déchets. Les substances réactives et corrosives peuvent également avoir des effets similaires. Les critères d'acceptation des déchets restreignent souvent la présence de ces produits chimiques dans les installations de gestion des déchets.

C.4.2 Échantillonnage

L'échantillonnage destructif des déchets mixtes en vue d'y déceler des substances dangereuses ou d'usage restreint est similaire à l'échantillonnage visant à détecter les matières radioactives, c'est-à-dire qu'il pose bon nombre des mêmes problèmes (voir l'article C.3). Il entraîne également des complications supplémentaires, notamment l'éventuelle présence de composés organiques volatils ou d'agents biologiques hautement infectieux. Lorsqu'on ouvre un conteneur de déchets pour y prélever des échantillons ou en homogénéiser le contenu, des composés organiques volatils ou des agents infectieux peuvent s'en échapper. C'est pourquoi des modes opératoires spéciaux doivent être suivis pour échantillonner de tels déchets.

C.4.3 Méthodes d'analyse

Il existe diverses méthodes d'analyse des substances dangereuses présentes dans les déchets mixtes. Le choix de la méthode pertinente dépend de l'état physique des composants (gazeux, liquides ou solides), du type de déchets (homogènes ou hétérogènes), de la nature des substances dangereuses (inorganiques, organiques ou biologiques) et de leurs concentrations, de la présence de substances interférentes ainsi que de la sensibilité exigée des appareillages.

L'appareillage d'analyse pouvant être utilisé aux fins de mesure des substances dangereuses contenues dans les déchets comprend notamment des appareils :

a) de spectrométrie de masse ;
b) de chromatographie en phase gazeuse ;
c) de chromatographie en phase liquide ;
d) d'analyse de vapeurs organiques avec détecteur à photo-ionisation ;
e) de spectrométrie d'émission atomique ;
f) de spectrométrie d'absorption atomique ; et
g) de spectrométrie UV/visible.

Dans le cas des composés organiques, bon nombre de méthodes d'analyse peuvent être précédées d'une opération d'extraction par solvants ou de volatilisation et de piégeage. Il est possible que certains agents biologiques doivent d'abord être cultivés dans un milieu nutritif, mis en évidence au moyen de réactifs particuliers, puis identifiés au microscope.

C.5 Caractérisation des formes de déchets stabilisées

C.5.1 Généralités

Si un type ou un flux de déchets particulier présente des caractéristiques qui en préviennent ou en limitent l'acceptation dans un dépôt particulier (p. ex. déchets liquides), il pourrait être nécessaire d'exclure ces déchets de l'installation ou de les rendre conformes aux critères d'acceptation au moyen d'une opération de transformation ou d'un emballage adéquat. Pour ce faire, il est possible qu'on ait à accroître la durabilité (p. ex. la résistance à la lixiviation) des déchets de manière à limiter les rejets ultérieurs de radionucléides à un niveau conforme aux exigences de conception du système global de dépôt. On peut obtenir une telle durabilité en stabilisant les déchets sous une forme solide (p. ex. ciment, bitume ou polymère) ou en les plaçant dans un contenant plus durable, ou les deux. La nouvelle forme ou le nouveau colis de déchets sera ensuite caractérisé, ce qui permettra d'avoir la certitude qu'il se comportera adéquatement.

La caractérisation des formes et des colis de déchets solidifiés peut se traduire par des essais spéciaux, tels que des essais de résistance à la lixiviation, de stabilité mécanique, de résistance à l'immersion, de stabilité au rayonnement, de résistance aux variations cycliques de température, de résistance à la biodégradation ainsi que des essais de détection de liquides libres à l'intérieur de déchets solidifiés.

C.5.2 Essais de lixiviation

Certains dépôts doivent se soumettre à des essais de lixiviation visant à évaluer la résistance à la lixiviation des formes de déchets solidifiés. Des échantillons (noyaux ou colis de déchets entiers) sont alors exposés à des solutions de lixiviation pour des périodes pouvant aller de 90 jours à 1 an. Des concentrations initiales élevées de radionucléides peuvent indiquer une contamination de surface; les concentrations ultérieures permettent quant à elles de mesurer le taux de lixiviation de l'ensemble des déchets. Au terme de la période d'exposition, les concentrations de radionucléides présentes dans les solutions de lixiviation doivent être inférieures aux limites spécifiées pour que la forme de déchet soit considérée comme acceptable.

Il peut également être nécessaire de procéder à des essais de lixiviation pour déterminer le taux de lixiviation des substances dangereuses contenues dans les déchets mixtes solidifiés. Dans un tel cas, la concentration de substances dangereuses présente dans le lixiviat doit être inférieure aux valeurs spécifiées pour que la forme de déchet soit considérée comme acceptable.

Glossaire

analogues naturels
Conditions ou processus naturels, se produisant sur de longues périodes de temps, qui sont identiques ou semblables à ceux auxquels on s'attend dans une partie du système de gestion des déchets.
L'information sur les analogues naturels devrait être utilisée pour accroître la confiance dans le fait que le système se comportera comme prévu en démontrant que les processus naturels limiteront le rejet à long terme de contaminants dans la biosphère à des niveaux ne dépassant pas les valeurs cibles. La capacité des analogues naturels à accroître le niveau de confiance dépend principalement du degré de similitude entre les conditions ou processus naturels, le niveau de détail et la confiance dans les données obtenues lors de l'examen des analogues.

analyse de sensibilité
Examen quantitatif de la variation du comportement d'un système, habituellement au niveau de la valeur des paramètres supérieurs.

calculs conservateurs
Calculs visant à obtenir des valeurs prévues supérieures de paramètres, afin que la réalité ne soit pas supérieure à la prévision. Ces calculs peuvent reposer sur des simplifications des processus simulés (la structure d'un modèle) ou sur les limites des valeurs des données retenues dans le modèle.

composantes valorisées de l'écosystème (CVE)
Éléments de l'environnement d'un écosystème identifiés comme ayant une importance scientifique, sociale, culturelle, économique, historique, archéologique ou esthétique.

conditions initiales
Valeurs des variables d'un modèle mathématique prises en hypothèse au début du calcul (au début de l'échelle temporelle).

conditions aux frontières
Valeurs des variables d'un modèle mathématique pris en hypothèse aux limites spatiales du modèle.

contrôles institutionnels
Contrôle des risques résiduels d'un site après son déclassement. Les contrôles institutionnels peuvent comprendre des mesures actives (nécessitant des activités sur le site comme le traitement de l'eau, la surveillance et l'entretien) et des mesures passives (qui ne nécessitent pas d'activités sur le site, comme les restrictions relatives à l'utilisation des terres, les balises, etc.).

déchets radioactifs
Aux fins du présent document, toute matière (sous forme liquide, solide ou gazeuse) qui renferme une « substance nucléaire » radioactive, telle que définie à l'article 2 de la LSRN, et que le titulaire de permis a déclarée comme étant un déchet. En plus de contenir des substances nucléaires, les déchets radioactifs peuvent comprendre également des « substances dangereuses » non radioactives, telles que définies à l'article 1 du *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*.

défense en profondeur
Utilisation d'au moins deux mesures de protection aux fins d'un objectif de sûreté donné, de façon à ce que l'objectif soit atteint même en cas d'échec d'une des mesures de protection.

dossier de sûreté
Ensemble intégré d'arguments et de preuves pour établir la sûreté d'une installation. Comprend normalement une évaluation de sûreté mais peut aussi habituellement contenir des renseignements (avec preuves et raisonnements à l'appui) sur la solidité et la fiabilité de l'évaluation de sûreté et des hypothèses qui s'y trouvent.

effet déterministe
Effet du rayonnement pour lequel un seuil de dose existe, au-delà duquel la gravité des effets est fonction de la dose. Le seuil de dose dénote un effet particulier sur la santé, mais peut également dépendre, dans une certaine limite, de l'individu exposé. Parmi les exemples d'effets déterministes, mentionnons notamment l'érythème et le syndrome d'irradiation aiguë (mal des rayons).

effet stochastique
Contrairement à l'effet déterministe, l'effet stochastique est un effet sur la santé induit par le rayonnement, dont la probabilité d'occurrence est fonction de la dose de rayonnement et dont la gravité (si elle survient) est indépendante de la dose. Les effets stochastiques peuvent être somatiques ou héréditaires, et se produisent généralement sans seuil de dose. Parmi les exemples d'effets stochastiques, mentionnons le cancer et la leucémie.

élimination
Mise en place ou enfouissement de déchets radioactifs sans intention de les récupérer.

étalonnage
Processus dans lequel on compare les modélisations aux observations sur le terrain ou aux mesures expérimentales dans le système visé par la simulation et où l'on ajuste au besoin le modèle pour parvenir à la meilleure correspondance avec les données de mesures ou d'observations. On peut étalonner le modèle à l'aide des données obtenues d'un endroit particulier ou pour une gamme limitée de conditions. Il peut alors être réputé utilisable dans ces circonstances, mais pas nécessairement dans toutes les circonstances.

évaluation
Processus et résultat de l'évaluation systématique des risques associés aux sources et aux pratiques et les mesures connexes de protection et de sûreté, dans le but de quantifier les mesures de rendement pour les comparer aux critères. L'évaluation est distincte de l'analyse. L'évaluation vise à fournir de l'information servant de base à une décision quant à savoir si quelque chose est ou non satisfaisant. Pour y parvenir, on peut se servir comme outils de divers types d'analyses. Donc, l'évaluation peut comporter un certain nombre d'analyses.

évaluation d'établissement de la portée
Évaluation reposant sur des modèles mathématiques simplifiés permettant d'établir rapidement les résultats probables qui ressortiront en prévision dans des modèles d'évaluation plus détaillés; on l'utilise également pour établir un examen du premier ordre pour savoir si la sensibilité du modèle à des changements dans les valeurs d'entrée donne une simulation raisonnable de la réalité.

évaluation de délimitation
Évaluation conçue pour établir des prévisions limites ou des cas les plus défavorables, d'après une simplification des processus simulés ou l'utilisation de limites de données (par exemple, précipitations maximales possibles ou limites de solubilité thermodynamique).

évaluation de la sûreté
Analyse visant à évaluer le rendement d'un système global et ses répercussions, où la mesure du rendement est l'effet radiologique ou d'autres mesures globales des effets sur la sûreté.

évaluation du risque
Évaluation du risque radiologique associé à l'exploitation normale et aux accidents éventuels concernant une source ou une pratique. Cela comprend normalement l'évaluation des conséquences et les probabilités associées.

groupe critique
Groupe de population raisonnablement homogène en ce qui a trait à l'exposition à une source donnée de rayonnement et à une voie d'exposition donnée; il s'agit habituellement des personnes recevant la dose effective ou la dose équivalente la plus forte (selon le cas) de la source donnée et par la voie d'exposition donnée.

indicateur complémentaire
Indicateur de rendement ou de sûreté non précisé à la loi ou au règlement et qui n'est pas une mesure directe du rendement ou de la sûreté, mais qui est utilisé pour compléter l'utilisation de ces indicateurs qui sont plus directs (voir « indicateur de sûreté »). Les indicateurs de remplacement sont souvent des paramètres intermédiaires dont on peut dériver les indicateurs de rendement ou de sûreté, mais ils se prêtent mieux aux calculs et à la surveillance (par exemple, la concentration des rejets de contaminants comme indicateur de remplacement pour l'exposition humaine à ce contaminant). Les indicateurs complémentaires sont utiles dans les calculs d'établissement de la portée.

indicateur de sûreté
Quantité utilisée dans les évaluations pour mesurer le rendement des mesures de protection et de sûreté. Il s'agit habituellement soit a) de calculs indicatifs des quantités de dose ou de risque, servant d'indices de l'ampleur éventuelle des doses ou risques, à des fins de comparaison avec les critères, ou b) d'autres quantités, par exemple concentrations ou flux de radionucléides ou de substances dangereuses, que l'on estime être un indice plus fiable des effets et que l'on peut comparer aux limites de protection fixées par les dispositions législatives ou la réglementation.

long terme
S'agissant de l'élimination des déchets radioactifs, période dépassant la durée pendant laquelle on peut s'attendre que durent les contrôles institutionnels actifs.

pratique exemplaire
Manière de faire acceptée par l'industrie (processus ou procédure) qui donne constamment des résultats supérieurs.

récepteur
Toute personne ou entité environnementale exposée à un rayonnement ou à une substance dangereuse ou aux deux. Le récepteur est habituellement un organisme ou une population, mais il peut aussi s'agir d'une entité abiotique, par exemple les eaux de ruissellement ou les sédiments.

risque
Quantité multi-attributs exprimant un risque, un danger ou une possibilité de conséquences nuisibles ou préjudiciables associés à des expositions réelles ou éventuelles. Le risque est lié à des quantités, par exemple la probabilité de survenance de conséquences néfastes spécifiques et l'ampleur et les caractéristiques de ces conséquences.

scénarios
Ensemble de conditions ou d'événements pris en postulat ou en hypothèse, que l'on utilise le plus souvent dans les analyses ou évaluations pour illustrer des conditions ou événements futurs éventuels à simuler, par exemple des accidents possibles à une installation nucléaire ou l'évolution future possible d'un dépôt et de ses environs.

stockage
Conservation du combustible usé ou des déchets radioactifs dans une installation qui en assure le confinement, l'intention étant de les récupérer.

substance dangereuse
Substance non nucléaire utilisée ou produite au cours de l'exécution d'une activité autorisée, pouvant causer un risque pour l'environnement ou la santé et la sécurité des personnes.

sûreté
Dans le cadre du présent document, le terme « sûreté » signifie l'absence de risque déraisonnable, pour les personnes ou l'environnement, découlant de la production ou de la gestion des déchets radioactifs et de tous leurs constituants.

validation
Dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs, processus d'établissement de la confiance qu'un modèle illustre adéquatement un système réel à une fin spécifique.

vérification
Processus visant à établir si un modèle informatique applique correctement le modèle conceptuel ou le modèle mathématique visé.

Références

Un certain nombre de documents sont mentionnés dans le présent document d'application de la réglementation et figurent ci-après aux fins de consultation par les titulaires et demandeurs de permis. Cette référence ne signifie pas que la CCSN reconnaît nécessairement ces publications comme étant ses propres critères, dans le cadre de ses fonctions réglementaires.

1. BIOMOVS 1996, *BIOMOVS II Technical Report No. 6, Development of a Reference Biospheres Methodology for Radioactive Waste Disposal*, Comité directeur BIOMOVS II, Stockholm, 1996.
2. CANADA 2012, *Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*, L.C. 2012, ch. 37.
3. CANADA 2000a, *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, L.C. 1997, ch. 9.
4. CANADA 2000b, *Règlement général sur la sûreté et la réglementation nucléaires*, DORS/2000-202.
5. CANADA 2000c, *Règlement sur la radioprotection*, DORS/2000-203.
6. CCME 1996, *Cadre pour l'évaluation du risque écotoxicologique : orientation générale. Le Programme national d'assainissement des lieux contaminés*, Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg (Manitoba), 1996.
7. CCME 2002, *Recommandations canadiennes pour la qualité de l'environnement*, Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), Ottawa, 2002.
8. CCSN 2017, *Fiche d'information : Évaluations environnementales à la CCSN*, Commission canadienne de sûreté nucléaire, Ottawa, 2017, http://nuclearsafety.gc.ca/fra/pdfs/Fact_Sheets/Factsheet-EA-at-the-CNSC-fra.pdf
9. EC 1997, *Évaluation environnementale des substances d'intérêt prioritaire conformément à la* Loi canadienne sur la protection de l'environnement, Guide Version 1.0, Environnement Canada, 1997.
10. EC 2006, *Liste des substances d'intérêt prioritaire – Rapport d'évaluation – Rejets de radionucléides des installations nucléaires (effets sur les espèces autres que l'être humain)*, Environnement Canada. Ottawa, 2006.
11. SC 2012a, *Évaluation du risque pour les lieux contaminés fédéraux au Canada, Partie I : Directives pour l'évaluation préliminaire du risque toxicologique à la santé humaine (EPRT), version 2*, Services d'évaluation de la santé environnementale, Programme de la sécurité des milieux, Santé Canada, Ottawa, 2012.
12. SC 2010b, *Évaluation du risque pour les lieux contaminés fédéraux au Canada, Partie II : Valeurs toxicologiques de référence (VTR) de Sante Canada et paramètres de substances chimiques sélectionnées, version 2.0*, Services d'évaluation de la santé environnementale, Programme de la sécurité des milieux, Santé Canada, Ottawa, 2010.
13. AIEA 1989, *Natural Analogues in Performance Assessments for the Disposal of Long Lived Radioactive Wastes, IAEA Technical Report Series No. 304*, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 1989.

14. AIEA 1992, *Effects of Ionizing Radiation on Plants and Animals at Levels Implied by Current Radiation Protection Standards, IAEA Technical Report Series No. 332*, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 1992.

15. AIEA 1999, *Safety Assessment for Near Surface Disposal of Radioactive Waste Safety Guide, IAEA Safety Standards Series WS-G-1.1*, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 1999.

16. AIEA 2002, *Management of Radioactive Waste from the Mining and Milling of Ores Safety Guide, IAEA Safety Standards Series WS-G-1.2*, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 2002.

17. AIEA 2003, *"Reference Biospheres" for solid radioactive waste disposal, IAEA-BIOMASS-6*, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 2003.

18. AIEA 2004, *IAEA ISAM, Safety Assessment Methodologies for Near Surface Disposal Facilities. Results of a Co-ordinated Research Project*, 2 Volumes, Agence internationale de l'énergie atomique, Vienne, 2004.

19. CIPR 1991, *Publication 60 de la CIPR : 1990 Recommandations de la Commission internationale de protection radiologique*, Commission internationale de protection radiologique, 1991.

20. CIPR 1998, *Publication 81 de la CIPR : Radiation Protection Recommendations as Applied to the Disposal of Long-lived Solid Radioactive Waste*, Commission internationale de protection radiologique, 1998.

21. MEEO 1997, *Guidelines for Use at Contaminated Sites in Ontario*, Ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario (MEOO), 1997.

22. NCRP 1991, *NCRP Report No. 109, Effects of Ionizing Radiation on Aquatic Organisms*, National Council on Radiation Protection and Measurement, Washington, 1991.

23. AEN 2000, *Features, Events and Processes (FEPs) for Geologic Disposal of Radioactive Waste—An International Database*, Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, Paris, 2000.

24. AEN 2001, *Scenario Development Methods and Practice*, Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, Paris, 2001.

25. AEN 2003, *Features, Events and Processes Evaluation Catalogue for Argillaceous Media, NEA 4437*, Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, Paris, 2003.

26. OPG 2001, *A Design Basis Glacier Scenario, W. R. Peltier, OPG Report No. 06819-REP-01200-10069-R00*, Ontario Power Generation, Toronto, 2001.

27. SKI 1995, *SKI Report 95:42, The Central Scenario for SITE-94: A Climate Change Scenario*, Service national d'inspection de l'énergie nucléaire de Suède, Stockholm, 1995.

28. USEPA 2008, *Child-Specific Exposure Factors Handbook, Interim Report*, Environmental Protection Agency des États-Unis, Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington Office, Washington DC, EPA-600/R-06/096F, 2008.

Séries de documents d'application de la réglementation de la CCSN

Les installations et activités du secteur nucléaire du Canada sont réglementées par la Commission canadienne de sûreté nucléaire (CCSN). En plus de la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* et de ses règlements d'application, il pourrait y avoir des exigences en matière de conformité à d'autres outils de réglementation, comme les documents d'application de la réglementation ou les normes.

Depuis avril 2013, la collection des documents d'application de la réglementation actuels et prévus comporte trois grandes catégories et vingt-cinq séries, selon la structure ci-dessous. Les documents d'application de la réglementation préparés par la CCSN font partie de l'une des séries suivantes :

1.0 Installations et activités réglementées

Séries
- 1.1 Installations dotées de réacteurs
- 1.2 Installations de catégorie IB
- 1.3 Mines et usines de concentration d'uranium
- 1.4 Installations de catégorie II
- 1.5 Homologation d'équipement réglementé
- 1.6 Substances nucléaires et appareils à rayonnement

2.0 Domaines de sûreté et de réglementation

Séries
- 2.1 Système de gestion
- 2.2 Gestion de la performance humaine
- 2.3 Conduite de l'exploitation
- 2.4 Analyse de la sûreté
- 2.5 Conception matérielle
- 2.6 Aptitude fonctionnelle
- 2.7 Radioprotection
- 2.8 Santé et sécurité classiques
- 2.9 Protection de l'environnement
- 2.10 Gestion des urgences et protection-incendie
- 2.11 Gestion des déchets
- 2.12 Sécurité
- 2.13 Garanties et non-prolifération
- 2.14 Emballage et transport

3.0 Autres domaines de réglementation

Séries
- 3.1 Exigences relatives à la production de rapports
- 3.2 Mobilisation du public et des Autochtones
- 3.3 Garanties financières
- 3.4 Délibérations de la Commission
- 3.5 Processus et pratiques de la CCSN
- 3.6 Glossaire de termes de la CCSN

Remarque : Les séries de documents d'application de la réglementation pourraient être modifiées périodiquement par la CCSN. Chaque série susmentionnée peut comprendre plusieurs documents d'application de la réglementation. Pour obtenir la plus récente liste de documents d'application de la réglementation, veuillez consulter le site Web de la CCSN.